Fare Elettronica n.352/353 – Febbraio/Marzo 2015

SOMMARIO

METRO ELETTRONICO CON SENSORE PARALLAX

di Giovanni Di Maria

L'articolo che ci accingiamo a leggere utilizza i sensori di distanza della Parallax per realizzare uno strumento di misura elettronico. L'aspetto didattico e pratico, sempre in primo piano, rende aperto il progetto a qualsiasi tipologia di applicazione.

Il metro elettronico

La tecnologia corre sempre di più e anche gli attrezzi del mestiere seguono lo stesso passo. Tale destino è riservato anche al "metro", inteso come strumento per misurare le distanze. Costruirsene uno a casa è semplice, utilizzando un microcontrollore, un display LCD e, ovviamente, un sensore di distanza.

Come misurare la distanza con l'elettronica

I metodi per eseguire tale misurazione sono molteplici. Uno dei più semplici e meno costosi è sicuramente quello di adottare le frequenze ultrasoniche. Esse, oltre a non essere fastidiose, proprio perché non "si sentono", hanno una direttività maggiore che le rende adatte a questo scopo.
In pratica, si emette un segnale acustico contro l'oggetto posto a una relativa distanza. Le onde sonore, rimbalzando su tale oggetto, ritornano indietro e sono captate da un apposito sensore. La differenza temporale tra il momento dell'emissione e quello della ricezione del suono concorre a determinare la sua distanza dall'osservatore. Si considera nel calcolo, ovviamente, la velocità del suono, espressa in m/s.

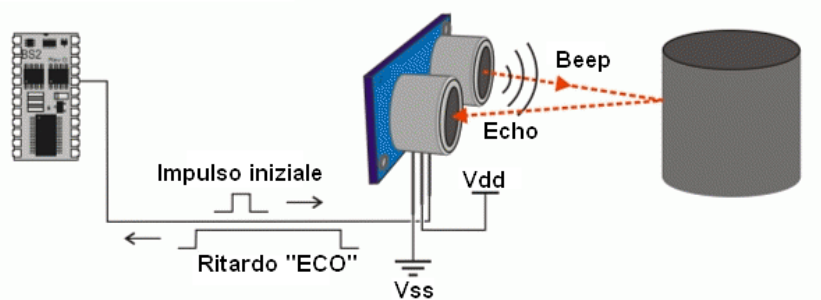



Figura 1: La misura della distanza con i sensori della Parallax

Velocità del suono

In un ambiente generico, come una stanza, il suono viaggia a una velocità di 0,03448 cm/µs o, in maniera equivalente, di 344,8 metri al secondo. Tale parametro è calcolato a una temperatura di circa 22 °C. Diverse condizioni climatiche comportano piccolissime variazioni vettoriali, per cui esse non devono preoccupare più di tanto.
L'equazione di partenza è semplice:

Distanza=Velocità x Tempo

Bisogna rammentare che la strada percorsa dal suono è "doppia" poiché l'impulso parte

dal sensore, colpisce l'oggetto è ritorna indietro. Pertanto la nuova equazione diventa:

2 x Distanza=Velocità x Tempo

Sostituendo i valori noti si ha:

Distanza=(Velocità x Tempo):2 = (0,03448 x Tempo):2

Il sensore della Parallax

Per il progetto di queste pagine si è usato il sensore ultrasonico Ping))) (PING))) Ultrasonic Distance Sensor). Le tre parentesi chiuse sono parte integrante del marchio. Tale dispositivo offre un metodo molto semplice per misurare le distanze lineari. La sua funzionalità è molto sofisticata per qualsiasi tipologia di applicazioni, anche in ambienti particolarmente rumorosi, e le misure possono essere compiute su oggetti fermi o in movimento.

Il collegamento del sensore, e suo relativo utilizzo, sono realmente semplici. Si utilizza, infatti, una sola porta di I/O del microcontrollore per eseguire le operazioni di lettura e scrittura sul modulo. La comunicazione avviene in uno standard TTL.

In pratica, s'invia al sensore un comando, un impulso, per iniziare a produrre dei "beep" che saranno riascoltati al ritorno dallo stesso modulo. Il tempo impiegato dal suono determina la distanza che sarà restituita dallo stesso pin, sotto forma d'impulso a larghezza variabile.

Le due capsule audio presenti sul sensore (TX e RX) non si disturbano tra loro. In seguito alcune caratteristiche del sensore Ping))) della Parallax:

- Precisa misura della distanza, che avviene senza contatto con gli oggetti, in uno spazio compreso tra 2 centimetri e 3 metri;
- Le comunicazioni con il microcontrollore avvengono su un unico pin;
- Il modulo è composto di soli tre piedini di contatto, per una connessione veramente veloce, semplice ed esente da criticità;
- La misura avviene in qualsiasi condizione di luminosità;
- La presenza di un diodo Led onboard testimonia la misurazione in corso.

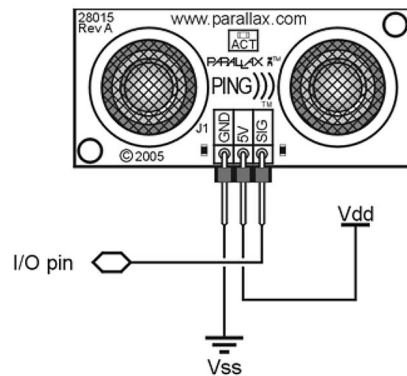
Figura 2: Il sensore ultrasonico Ping))) della Parallax

GND	Ground (Vss)
5 V	5 VDC (Vdd)
SIG	Signal (I/O pin)

Figura 3: Pinout del sensore Ping)))

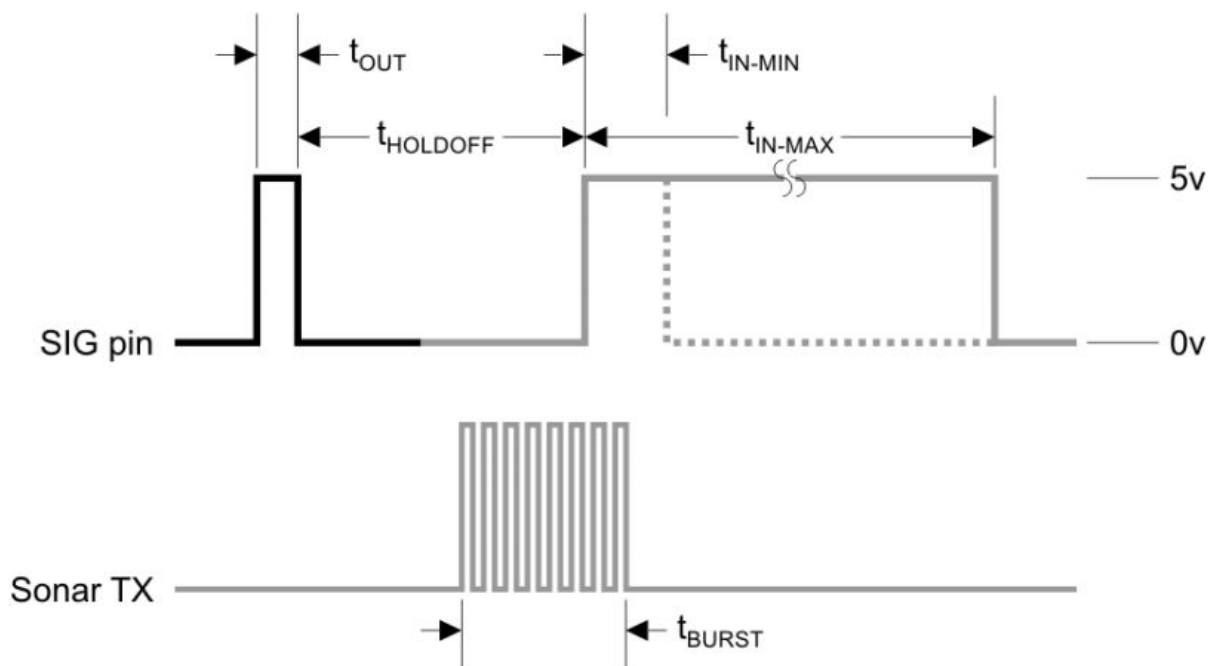



Figura 4: Funzionamento del sensore Ping)))

Il sensore, comportandosi a tutti gli effetti come un sonar, misura la distanza di un oggetto attraverso l'emissione di un breve “treno” di ultrasuoni per poi “riascoltarli” sotto forma di eco. La generazione inizia con un impulso pilotato dall'utente attraverso la relativa porta. Il suono viaggia attraverso l'aria, rimbalza sull'oggetto e ritorna indietro colpendo il sensore. Quest'ultimo emette un impulso sino a quando rileva l'eco di ritorno. La larghezza temporale di questo segnale fornisce la distanza. Per maggiori informazioni sul sensore si consiglia la lettura del relativo datasheet, che fornisce informazioni precise e veramente preziose.

Prototipo di base

Il dispositivo che ci accingiamo a descrivere è un semplice metro elettronico che visualizza su un display LCD la distanza di un oggetto, espressa in millimetri. L'applicazione potrebbe essere espansa collegando alcun relè al circuito in modo da attivare certe funzionalità quando le misure rientrano in un intervallo predefinito.

Schema elettrico

Il prototipo è alimentato da una tensione continua superiore a 5 Volt. Essa è abbassata a livelli accettabili dalla MCU, dal sensore e dal display LCD grazie all'opera del regolatore 7805. Tale integrato è coadiuvato da condensatori (specialmente quelli da 100 nF) che eliminano il rischio di auto oscillazioni. Questi ultimi due devono esser saldati molto vicino al regolatore.
Il microcontrollore è un PIC 16F876 dotato di “tanta” memoria. Con esso è possibile scrivere un firmware raffinato. Per il suo normale funzionamento il piedino 1, corrispondente alla funzione di “RESET” deve essere posto ad un livello logico alto, grazie alla rsistenza di pull-up R1, dal valore di 10k. Il valore non è critico e si possono utilizzare resistori compresi tra 100 ohm e 47 kohm.
Le porte di output RB0, RB1, RB2, RB3, RB4 e RB5 servono per pilotare il display LCD. La porta RB7, impostata in modo bidirezionale, comunica con il sensore ultrasonico della Parallax. Il microcontrollore esegue le istruzioni interne grazie alle oscillazioni prodotte dal quarzo da 20 Mhz e coadiuvato dai due condensatori ceramici da 22pF. Valori di frequenza più bassi del cristallo sono sconsigliati poiché il micro non assicura più dei risultati soddisfacenti e precisi.
Il display intelligente LCD, compatibile Hitachi, è alimentato con una tensione di 5V. Il potenziometro RV1, da 47k, regola il suo contrasto ottimale e funge, in pratica, da partitore resistivo, fornendo una tensione variabile compresa tra 0V e 5V al piedino VEE. La comunicazione con il PIC avviene su un bus di 4 linee, più difficile da gestire. In tale maniera si risparmiano ben 4 porte di I/O, preziose per eventuali future applicazioni.

Infine il sensore di distanza ultrasonico è alimentato, come detto prima, con una tensione di 5V. Utilizza una sola linea di comunicazione con il microcontrollore.

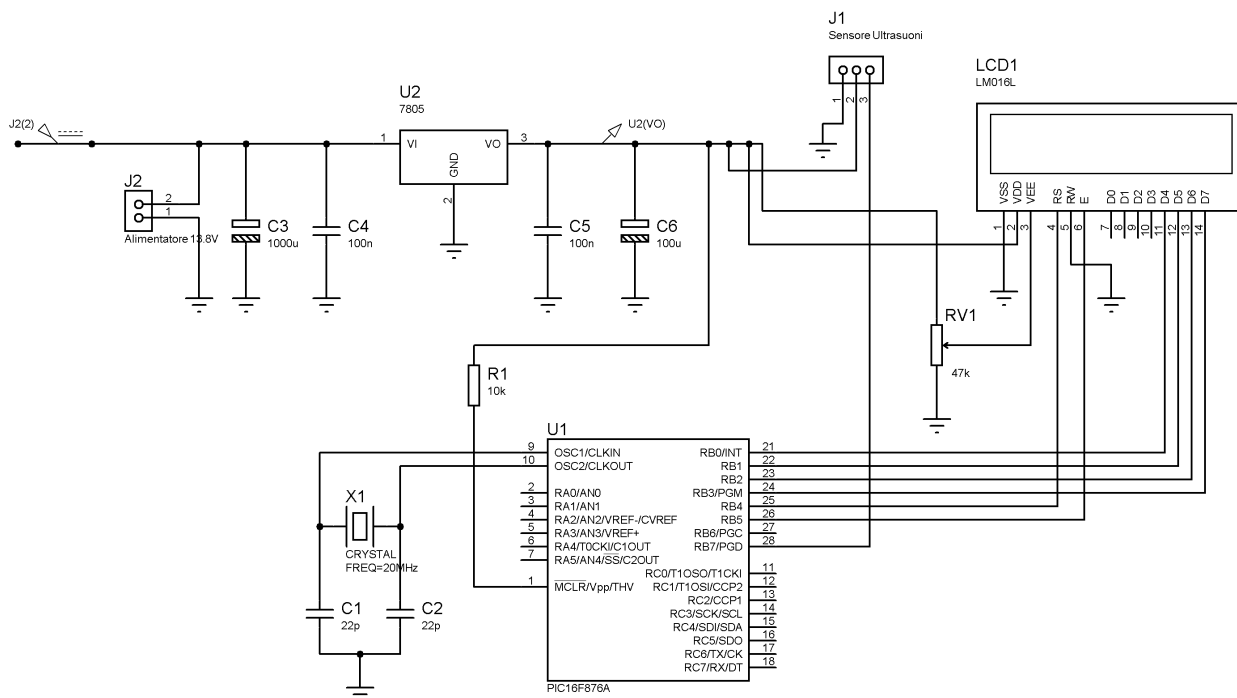



Figura 5: Schema elettrico

Il Firmware

Il firmware per il microcontrollore è scritto in mikroBasic. Il listato è abbastanza semplice e le varie routines non presentano criticità, se non quella riguardante la funzione che esegue la temporizzazione e la misurazione della distanza.
Il programma principale (main) è semplice: dopo la cancellazione del display è richiamata, in un ciclo infinito, la funzione “misurazione()”, che restituisce l'effettiva misura espressa in millimetri. Tale parametro è trasformato in stringa per essere correttamente visualizzato sul display.
Ben più complessa è la funzione “misurazione()” che ha il compito di colloquiare con il sensore e tradurre gli impulsi temporali in una misura vera e propria. La caratteristica più simpatica dell'algoritmo è la bivalenza della porta RB7, usata sia in input che in output. Le fasi operative della funzione sono le seguenti:

- Definizione porta RB7 in Output;
- Invio impulso della durata di 5uS al sensore;
- Definizione porta RB7 in Input;
- Attesa di echo;
- Determinazione della lunghezza dell'impulso in risposta;
- Esecuzione dell’equivalenza;
- Restituzione della distanza in millimetri al programma chiamante.

Il codice che misura la larghezza dell'impulso non fa altro che contare quanti “giri” compie il ciclo per tutta la condizione in cui la porta RB7 rileva un impulso logico basso.
S’invita il lettore a studiare bene il listato, specialmente la funzione sopra citata.

```
rem --- Cristallo di 20 Mhz---
program prova
sub function misurazione() as word
    dim nColpi as word
    dim nMillimetri as word
    rem -------TRIGGER INIZIALE----------
    trisb.7=0         ' Porta in OUTPUT
    rem ---------------
    portb.7=0
    delay_us(5)
    portb.7=1
    delay_us(5)
    portb.7=0
    delay_us(5)
    rem --------------------------
    delay_us(750)
    rem -------ATTENDE ECHO----------
    trisb.7=1            ' Porta in INPUT
    rem ---mentre il livello di risposta è basso...----
    while portb.7=0
          delay_us(1)
    wend
    rem --Attende mentre il livello di risposta è alto...--
    rem --Velocita' del Suono: 344.424 metri/sec---
    nColpi=0
    rem  --- 1 GIRO del FOR = 2.40 uS)-----
    while portb.7=1
          nColpi=nColpi+1
          delay_us(1)
    wend
    nMillimetri=nColpi/2.3986 'Eq Xtal=20 Mhz Debug StopWatch
    result=nMillimetri
end sub
dim LCD_RS as sbit at RB4_bit
    LCD_EN as sbit at RB5_bit
    LCD_D4 as sbit at RB0_bit
    LCD_D5 as sbit at RB1_bit
    LCD_D6 as sbit at RB2_bit
    LCD_D7 as sbit at RB3_bit
    LCD_RS_Direction as sbit at TRISB4_bit
    LCD_EN_Direction as sbit at TRISB5_bit
    LCD_D4_Direction as sbit at TRISB0_bit
    LCD_D5_Direction as sbit at TRISB1_bit
    LCD_D6_Direction as sbit at TRISB2_bit
    LCD_D7_Direction as sbit at TRISB3_bit
    dim nMillimetri as word
    dim cMillimetri as string[5]
```

```
main:
    rem ---- Configurazione porte----------
    trisb.7=0      ' Sensore ultrasuoni
    portb.7=0

    rem --------------------------
    Lcd_Init()                        ' Initialize Lcd
    Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)               ' Clear display
    Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF)
    while true
          nMillimetri=misurazione()
          WordToStr(nMillimetri, cMillimetri)
          Lcd_Out(1,1,"Misura mm.")
          Lcd_Out(1,12,cMillimetri)
          delay_ms(250)
    wend
end.
```

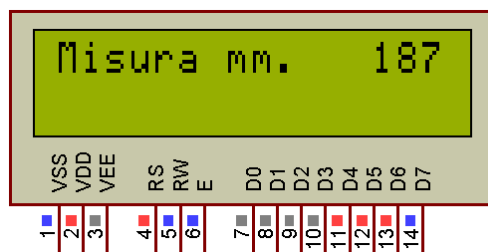



Figura 6: Screenshot del display

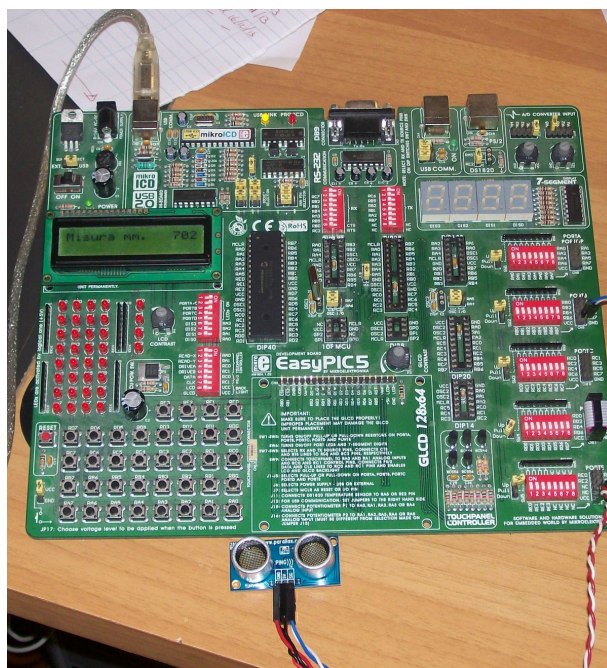



Figura 7: Il metro elettronico in funzione

Elenco componenti	
R1	10 KΩ 1/4 W
C1-C2	22p
C3	1000u elettrolitico
C4-C5	100n
C6	100u elettrolitico
U1	PIC16F876A
U2	7805
J1	Sensore Ping Parallax
J2	Alimentazione 12 Volt
LCD1	Display LCD Hitachi comp.
RV1	Trimmer 47k
X1	CRYSTAL
Strumentazione consigliata	
Scheda di sviluppo **EasyPIC**	
Oscilloscopio da PC **Poscope**	
Compilatore **mikroBasic**	

Il Sonar

Il Sonar è un dispositivo che utilizza la propagazione del suono per rilevare la presenza e la distanza di oggetti. E' l'acronimo delle espressioni inglesi *sound navigation and ranging*.
E' stato sviluppato durante la seconda guerra mondiale ma molti animali sono dotati di tale senso. Il funzionamento è il seguente: è emesso un breve suono, che viaggia fino a incontrare (l'eventuale) ostacolo. Quindi esso rimbalza e torna indietro fino a raggiungere l'emittente. La misura temporale del tempo di andata e ritorno seguita da una semplice equazione, fornisce la distanza esatta. Per ottenere precise misurazioni è necessario considerare la temperatura di esercizio, la densità dell'aria (o altro mezzo di propagazione del suono), la frequenza del segnale trasmesso e la sensibilità dei sensori.

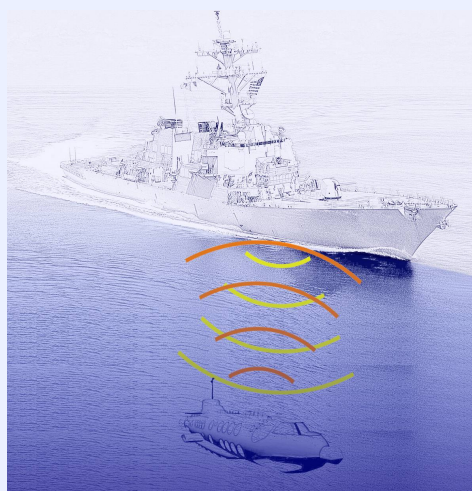
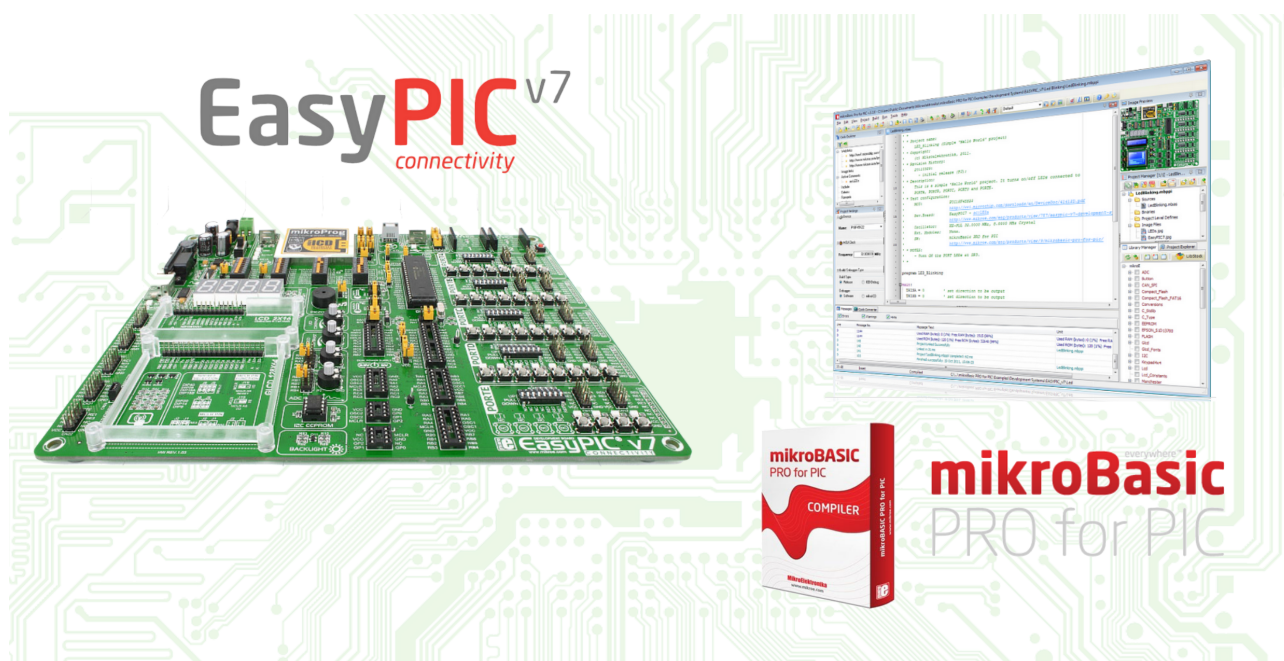



Figura 8: Il Sonar nella navigazione

Conclusioni

Il prototipo qui realizzato costituisce la base per progetti futuri, anche più utili e interessanti.
Può essere utilizzato, ad esempio, per costruire un sensore di prossimità applicabile alle automobili per eseguire in modo indolore le retromarce.
Può essere anche montato a corredo di macchine industriali per eseguire tagli o pieghe dei metalli oppure, ancora, per allestire il famoso strumento musicale **Theremin**.
Le idee e le soluzioni sono infinite, dipendono solo dalle esigenze del progettista e dai dispositivi che si hanno a disposizione.

Pillole di Elettronica

La Legge di Ohm

V

I | R

Ohm's Triangle

V

I | R

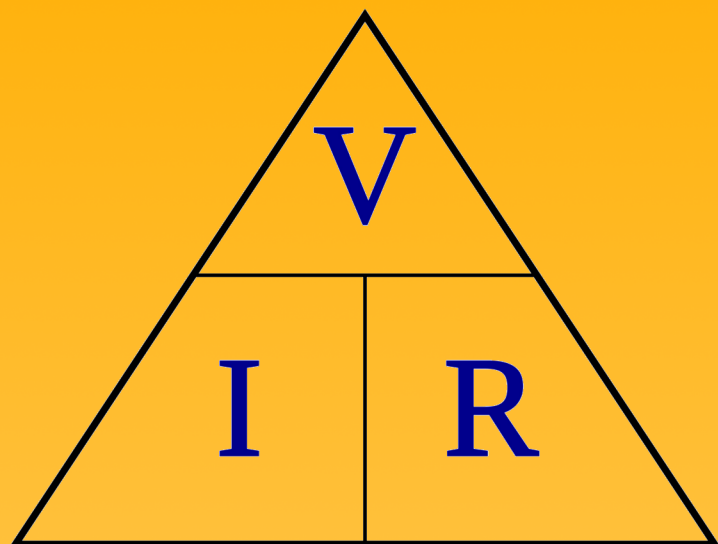
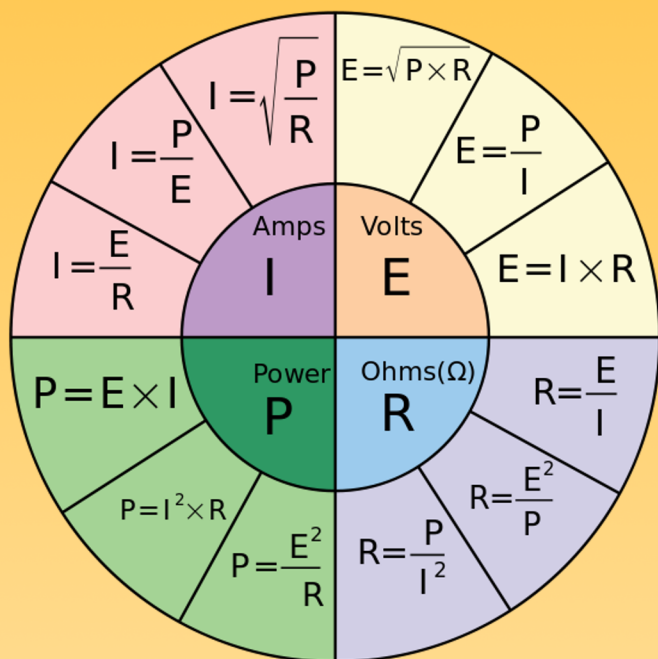
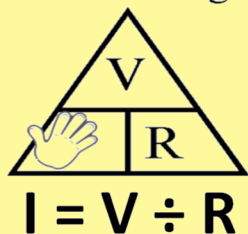
$I = V \div R$

Amps I — Volts E — Power P — Ohms(Ω) R

$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$ $I = \frac{P}{E}$ $I = \frac{E}{R}$

$E = \sqrt{P \times R}$ $E = \frac{P}{I}$ $E = I \times R$

$P = E \times I$ $P = I^2 \times R$ $P = \frac{E^2}{R}$

$R = \frac{E}{I}$ $R = \frac{E^2}{P}$ $R = \frac{P}{I^2}$

V = VOLTAGE
I = CURRENT
R = RESISTANCE

12V

1.2A | 10Ω

12V ÷ 1.2A = 10Ω

V = I * R   I = V / R   R = V / I

ANTIFURTO CON DESTREZZA

di Daniele Cappa

Un vecchio, ma nuovo sistema per impedire che ci soffino l'auto, o lo scooter, da sotto il naso…

Gli antefatti sono tutt'altro che gradevoli.
Marzo 2014, sono al lavoro con due amici, che attendono solo la "pausa_caffè"… ne entra un terzo "mi hanno rubato la macchina".
In tre cerchiamo di capire come sia possibile, l'auto è parcheggiata praticamente davanti al naso, ovviamente chiusa e fornita di antifurto.
Quando è ormai troppo tardi per cercare di acciuffare il malandrino capiamo la sequenza dei fatti.

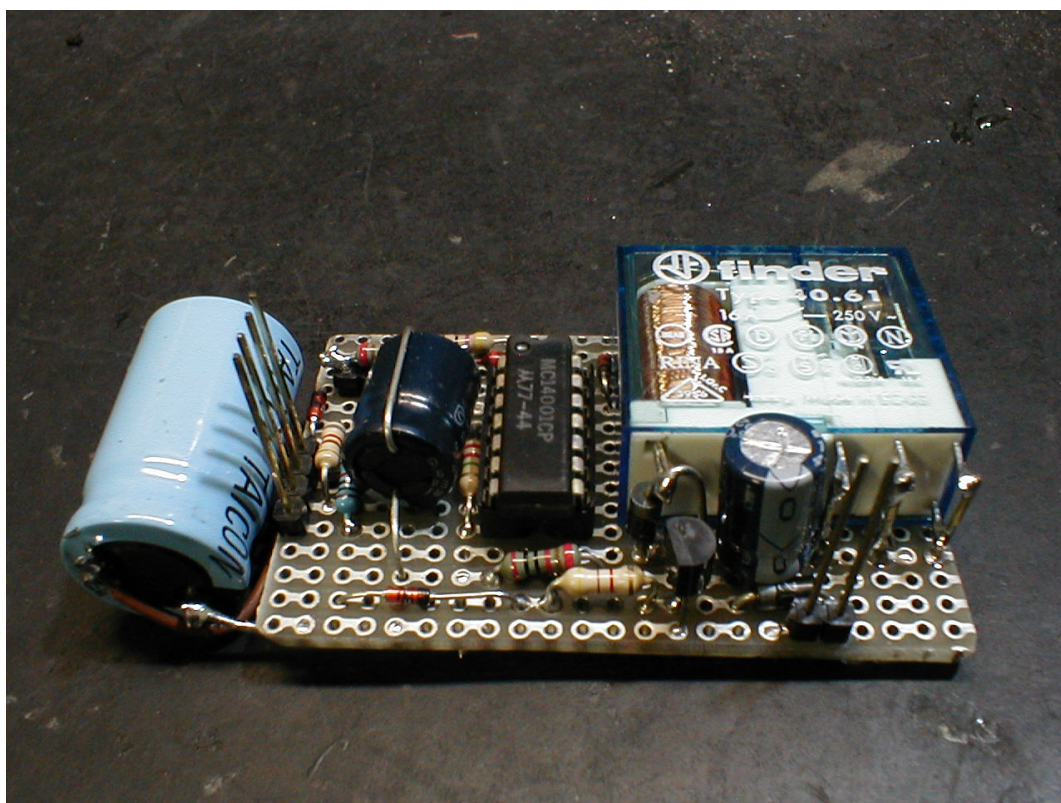



Foto 1: l'antifurto montato

Le chiavi dell'auto erano nella tasca del giubbotto (perchè, voi dove le tenete??) e un ragazzetto è riuscito a intrufolarsi in ufficio, ha infilato le mani nelle tasche del giubbotto appeso, ha acchiappato le chiavi, quindi ha aspettato l'attimo favorevole per salire in auto e andarsene. La cosa che questa fosse dotata di antifurto, immobilzzatore e simili non ha alcun effetto su chi la in mano le chiavi.
Certo che ci va una buona dose di pelo sullo stomaco… voglio vedere come te la cavi se l'auto non parte al primo colpo o ti beccano con una mano infilata nell'altrui giubbotto!!
Azione a parte, il giovane con giubbotto lucido e capelli corti è stato davvero bravo, ma il nostro compito è escogitare qualcosa per rendergli la vita difficile, la prossima volta che ci prova.

Considerazioni sul problema

E' evidente che un antifurto non risolve il problema, dato che il telecomando, o il trasponder che lo attiva sarebbe comunque conservato insieme alle chiavi dell'auto.
Ci va qualcosa che non richieda chiavi, per quanto sofisticate possano essere.
La prima idea è stata il vecchio antifurto a pulsante, in una situazione del genere il malandrino non certo il tempo di mettersi a cercar interruttori!
Troppo banale, lo sciagurato potrebbe semplicemente avere un colpo di fortuna… una buona soluzione è utilizzare due o più comandi originali dell'auto, sistema già utilizzato in altre occasioni, ma complicato nell'installazione, quanto poi a spiegare come comportarsi a chi dovesse usare la nostra auto.
La filosofia di questi oggetti si divide in due scuole di pensiero:
Una levetta nascosta, oppure un interruttore bene in vista, tanto evidente che nessuno penserà mai che " quello" è l'antifurto
Anni fa si utilizzava spesso un interruttore originale dell'auto che su quella particolare versione non era utilizzato.
L'interruttore dei fendinebbia su auto che ne erano prive, oppure un pulsante "cieco", ovvero senza il simbolo dell'accessorio che comandavano e che veniva utilizzato per interrompere la corrente all'accensione o alla pompa del carburante.
Sistema banale, ma se non sai cosa toccare diventa difficile cavarsela in pochi attimi.
La soluzione è stata spostando il comando, da "cosa toccare" a "come toccarlo".
La mia soluzione è quindi un aggeggio che stacca la corrente, all'accensione o alla pompa del carburante poco importa, il cui comando è un pulsante posto in bella vista che andrà azionato per un tempo prederminato.
Ovvero non sarà sufficiente agire su un pulsante, ma sarà necessario tenerlo premuto per alcuni secondi.
Qualsiasi ladro infatti potrebbe provare a premere quanto vede di diverso dal solito, o di non originale, ma difficilmente penserà a tenere il dito su quel pulsante per 5 o 10 secondi…
Il sistema è meno complicato di altri, se la nostra auto dovesse essere utilizzata da altri non è difficile spiegare all'amico come deve agire.
In tutto si autoinserisce dopo qualche minuto che abbiamo spento l'auto, dunque in caso di accensione andata male non è necessario ripetere l'operazione.
Il tutto impiega pochissimi componenti e richiede solamente i collegamenti necessari ad impedire l'avviamento e l'alimentazione.
Nella fase iniziale non ho previsto alcuna indicazione luminosa per segnalare se il tutto è inserito o disinserito, tuttavia è possibile provvedere in merito scegliendo tra più opzioni.
Cosa non disprezzabile, la versione base non ha alcun assorbimento di corrente ad antifurto inserito.
Ovvero non consuma nulla, neppure un misero microamper, essendo il tutto alimentato solo a quadro acceso.
Questa particolarità lo rende adatto all'uso su scooter anche di fascia bassa.

Lo schema elettrico

Il tutto si basa su una rete RC posta all'ingresso di una comune porta Cmos.
Nel momento in cui accendiamo il quadro dell'auto il condensatore C1 è ovviamente scarico, l'ingresso dell'inverter formato dalla prima porta dell'integrato è a livello zero, così come la base del transistor che comanda il relè.
In questa situazione la pompa del carburante non è alimentata e ovviamente l'auto non può avviarsi.

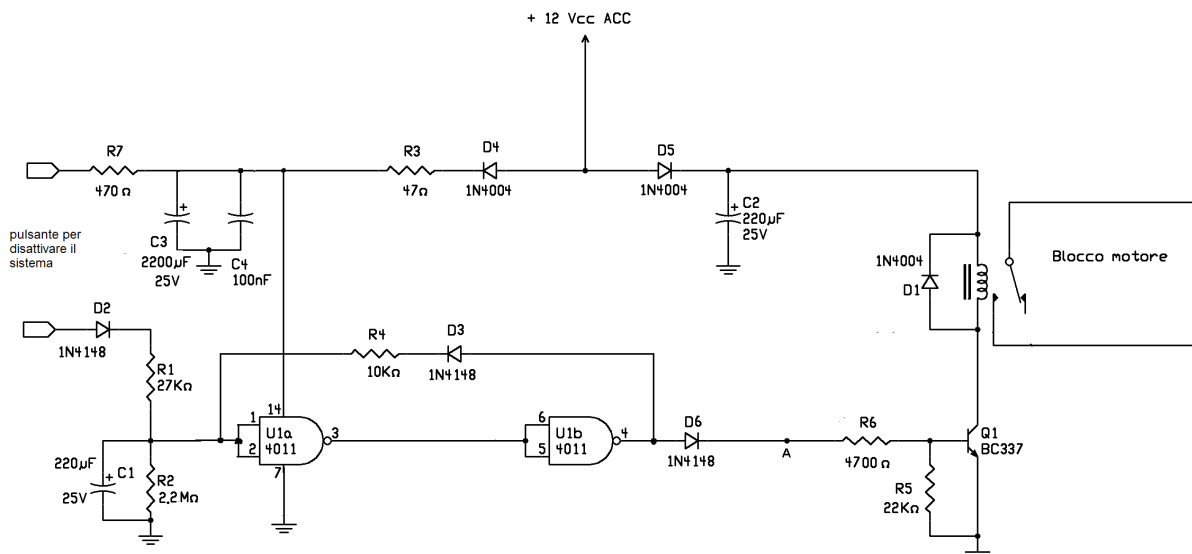



Figura 1: lo schema elettrico e l'aggiunta del led

Il pulsante collegato a D2 porta il positivo alla R1, che carica C1. il tempo di carica dipende dal valore dei due elementi, aumentandoli di valore il tempo si allunga, viceversa se ne abbassiamo il valore.
In queste condizioni per fare eccitare il relè, quindi disattivare il blocco del motore, è necessaria una pressione di 5 – 6 secondi.
Quando C1 ha raggiunto la tensione necessaria a far commutare il livello logico della porta sul pin 3 ci troveremo un livello zero che sarà nuovamente capovolto dalla porta successiva.
L'uscita di questo secondo inverter, ovvero il pin 4, oltre a fornire la polarizzazione di base che satura il transistor facendo scattare il relè che disattiva il tutto, si incarica di mantenere carico C1 attraverso il gruppo D3 e R4.
Quando viene a mancare l'alimentazione, ovvero il quadro dell'auto viene spento, la carica di C1 viene mantenuta per circa mezzo minuto.
Durante questo periodo l'integrato è mantenuto alimentato da C3, eliminando così l'alimentazione costante del tutto. Il circuito consuma pochissimo, ma oggi accade spesso che molti utilizzino l'auto solo saltuariamente e un consumo anche minimo, che si aggiunge a quelli "normali" dell'auto potrebbe essere fatale per una batteria di bordo non perfetta.
Il circuito funziona impiegando CD4011 o CD4001 con dei tempi lievemente superiori a favore di quest'ultimo. I due integrati sono sostituibili pin to pin, dunque è sostanzialmente indifferente ai fini del funzionamento che tipo impiegheremo sul nostro esemplare.

La realizzazione

Come sempre il prototipo è stato assemblato su un ritaglio di millefori, lo schema è semplice e il montaggio non richiede più di un paio di ore. Potrebbe essere una buona occasione per allenarsi al montaggio di prototipi su millefori.
Il tutto andrà inscatolato, un recupero rigorosamente di plastica è perfetto. Il mio abita in un ex contenitore di chissàcosa….
La maggior parte dello spazio è occupato dal relè e dal condensatore C3. Il relè dovrà

essere in grado di sopportare la corrente della pompa del carburante, dunque è necessario un esemplare con almeno 10 – 20 A di portata sui contatti.
Il condensatore alimenta il tutto per qualche attimo dopo che abbiamo spento il quadro della vettura. 2200 microF è il minimo, 4700 microF potrebbe essere un valore adatto e opportuno, se siamo “ lenti” ad effettuare un eventuale secondo tentativo di avviamento.
Nello schema a parte è visibile l’aggiunta necessaria se desideriamo avere la spia accesa ad antifurto inserito. Questa possibilità ha due facce, da una parte la presenza della spia potrebbe essere da sola un buon deterrente al furto… perché devo rischiare di rubare un’auto su cui è presente una diavoleria di antifurto quando quella parcheggiata davanti ne è priva?? Dall’altra parte fornisce una chiara indicazione sullo stato dell’antifurto, e il malvivente fortunato potrebbe riuscire a disattivare il tutto con la certezza di esserci riuscito… dato che la spia si è spenta!

Il montaggio sulla nostra vettura

Qui valgono le solite raccomandazioni già espresse più volte su queste pagine…
La scatola che contiene il tutto andrà collocata sotto il cruscotto a sinistra del volante, Tutte le connessioni andranno realizzate con cura, facendo uso di connettori adatti oppure ricorrendo al saldatore.
Evitiamo accuratamente l’uso di rubacorrente, sicura fonte di futuri guai, l’installazione dovrà essere eseguita a regola d’arte, nulla di improvvisato e soprattutto nulla di provvisorio (lo metto a posto dopo…), se non vogliamo rimanere a piedi nel bel mezzo della campagna di domenica pomeriggio!

Foto 2: Il tutto montato sulla vettura

Il filo di alimentazione sotto chiave è certamente presente sul commutatore di accensione, spesso basta un tester, o una piccola lampadina provvista di due coccodrilli, per trovare n filo adatto tra le decine che fanno capo alla centralina della scatola fusibili.
Dobbiamo ora individuare il filo da interrompere per realizzare il blocco del motore: spesso lo possiamo reperire, insieme al filo di alimentazione sotto chiave, direttamente sui contatti della chiave di avviamento.
Sulle auto relativamente recenti sarà sufficiente rintracciare l’interruttore inerziale (è quello che si occupa di interrompere il flusso del carburante in caso di incidente) e interrompere

uno dei due fili, qui la corrente in gioco può raggiungere, e superare, i 5A.
L'ideale è interrompere il flusso del carburante intervenendo preferibilmente sul comando della pompa del carburante, ma su vetture più anziane è possibile, senza arrecare danni, interrompere l'alimentazione all'impianto di accensione.
Utilizzeremo le informazioni fornite sul libretto di uso e manutenzione della vettura, qui sono specificate le posizioni e la destinazione dei fusibili. Basterà cercare il fusibile e o il relè che comanda la pompa del carburante.
Tutte queste informazioni sono normalmente fornite dai costruttori di antifurti, dunque una veloce ricerca in rete, oppure direttamente una mail al centro di assistenza di un costruttore che ci fornirà senza problemi la scheda di installazione per la nostra autovettura.

Foto 3: Un esempio per il pulsante

La particolarità di non consumar nulla ad antifurto inserito rende questo progetto adatto all'uso su scooter, anche piccoli, purchè forniti di accumulatore di bordo. Il sistema di montaggio è assolutamente identico, lo scudo anteriore offre la necessaria protezione al tutto e l'avviamento può essere impedito anche ricorrendo ai collegamenti di serie che impediscono l'avviamento del mezzo se il freno anteriore) o la frizione) non è premuto, o con il cavalletto laterale aperto.
L'importante è che il tutto sia alimentato a 12V, a meno di non modificare il tutto a 6V sostituendo il relè e adeguando alla nuova tensione di alimentazione i pochi componenti.
In questo caso il led di segnalazione è assolutamente da evitare, scaricherebbe la minuscola batteria in brevissimo tempo.
In entrambi i casi potrebbe essere una idea saggia l'utilizzo di un interruttore di emergenza, nascosto sotto la moquette o il luogo difficilmente accessibile. Il interruttore i cui contatti sono semplicemente posti in parallelo ai contatti del relè permettendo l'accensione del veicolo in qualsiasi condizione e di fatto ripristinando le condizioni originali

della vettura. Sarà un comando che non useremo mai, o malauguratamente una sola volta, questa possibilità potrebbe toglierci dalla brace in un attimo tramutando una grossa seccatura in un guasto da nulla.

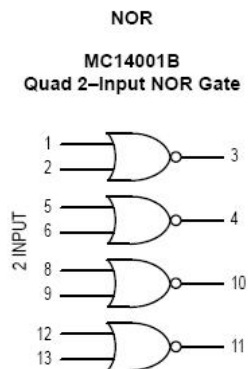



Figura 2: pinot del CD4001/4011

Elenco componenti	
R1	27 kohm
R2	2,2 Mohm
R3	47 ohm
R4	10 kohm
R5	22 kohm
R6	4,7 kohm
R7	470 ohm
C1	220 microF 25V
C2	220 microF 25V
C3	2200 microF 25V
C4	100 nF
D1	1N4004
D2	1N4148
D3	1N4148
D4	1N4004
D5	1N4004
D6	1N4148
Q1	BC337
U1	CD4011/CD4001
	Rele 12V 10 A
	Zoccolo DIL14
	Pulsante adatto NA
	Contenitore in plastica
Strumentazione consigliata	
Saldatore	
Tester	
Strumento di misura per PC: **Poscope**	

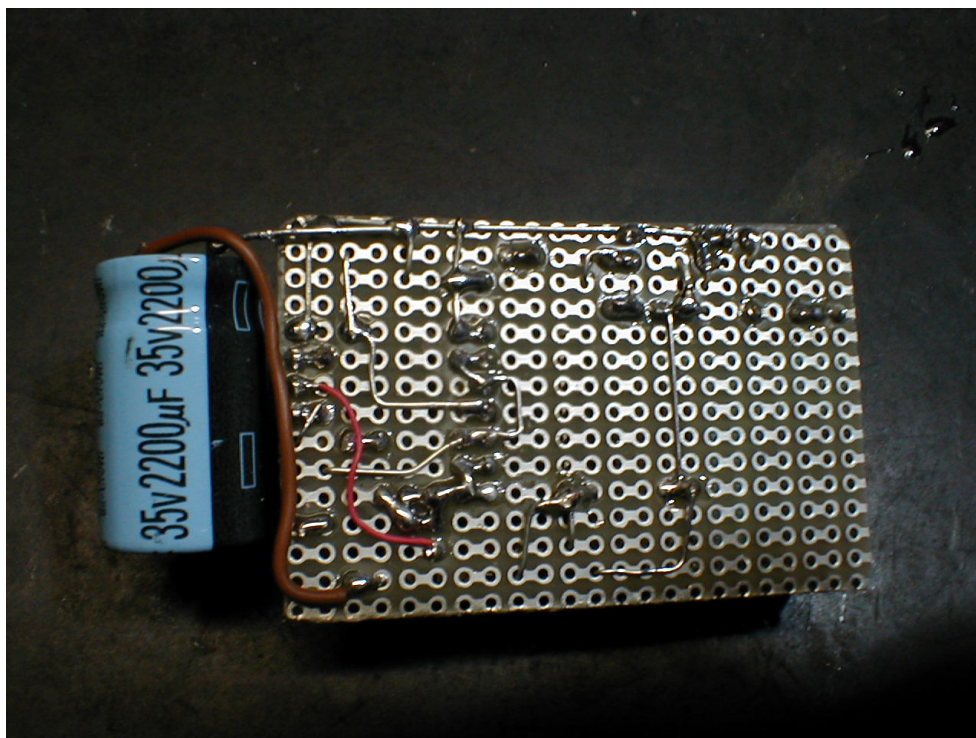



Foto 4: Lato saldature

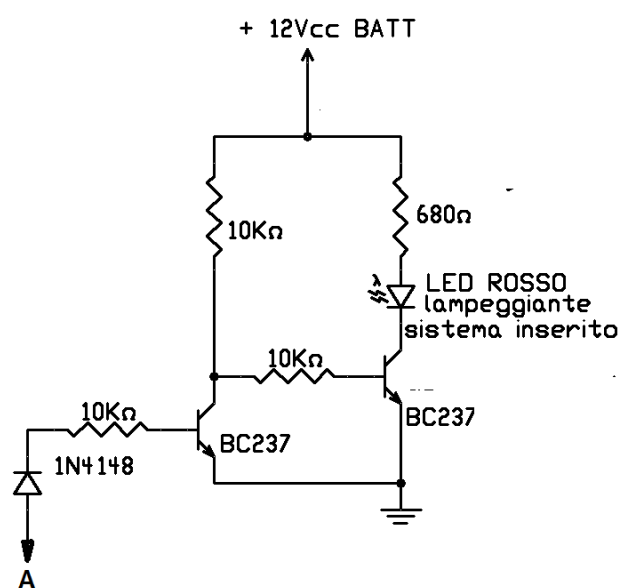



Figura 3: led AF inserito

FREQUENZIMETRO CON FPGA - 1

di Angelo Brustia

Perché non ripensare il vecchio frequenzimetro a porte logiche applicando una tecnica innovativa? Il nuovo concetto nella progettazione degli strumenti è la flessibilità, la possibilità di aggiungere funzionalità che oggi non ci servono e domani saranno indispensabili… senza nemmeno accendere il saldatore.

La realizzazione di uno strumento concettualmente semplice come il frequenzimetro è oggi alla portata di chi abbia esperienza con i microcontrollori PIC o AVR Del resto basta fare una ricerca su internet per averne una conferma.
La grossa limitazione di questi circuiti, tutti basati sul conteggio degli impulsi tramite un timer e la successiva visualizzazione del risultato, è il limite di frequenza, di solito 50-60 MHz, che rende necessario utilizzare divisori esterni per l'impiego nelle bande amatoriali VHF e di un prescaler (solitamente divisore per 64 o 256) per giungere oltre il gigahertz; tutto questo va a scapito della risoluzione di lettura che sulle gamme più alte non scende sotto il KHz e della scomodità di dover moltiplicare il numero letto per il fattore di divisione o in alternativa utilizzare tempi di lettura (gating) particolari.
L'utilizzo di divisori decimali risolve parzialmente il problema perché semplifica la lettura (ottenuta con spostamento della virgola), ma il fattore di divisione minimo di 100 riduce la risoluzione di lettura, a meno di non ricorrere a tempi di lettura di 10 o 100 secondi.
Questo inconveniente può essere evitato con un contatore che superi i 100 MHz di conteggio diretto e un prescaler con rapporto 1:10 per le frequenze oltre il Ghz.

Per ottenere questo risultato si può utilizzare la tecnica classica dei contatori discreti, con logica ECL o TTL (serie F o S), ma questo comporta l'uso di un contatore per ogni cifra decimale e di un circuito di visualizzazione, solitamente in multiplexer, quindi almeno una ventina di circuiti integrati a scapito della semplicità del circuito.
La soluzione, a mio parere, migliore è quella di utilizzare le logiche programmabili, ormai da anni presenti sul mercato e con costi non molto più alti dei microcontrollori.
Le peculiarità di questi componenti sono:

- l'alta velocità (centinaia di Mhz);
- la possibilità di configurare la logica interna per realizzare vari circuiti, il tutto con l'ausilio di tools software forniti dalle stesse case produttrici.

Oltre a ciò, non serve necessariamente imparare uno specifico linguaggio per programmarle; un circuito non estremamente complesso può essere semplicemente "disegnato" utilizzando i classici simboli che tutti conosciamo (porte, contatori, flip-flop), unendoli tra loro con linee di collegamento e realizzando gli ingressi e le uscite verso l'esterno con delle semplici label.
Non dobbiamo preoccuparci nemmeno di utilizzare solo un ristretto assieme di elementi logici perché possiamo ricorrere a librerie che contemplano tutti o quasi gli integrati della serie TTL, senza la limitazione in frequenza che comporterebbe l'uso degli stessi in forma discreta.

Le logiche programmabili e le FPGA

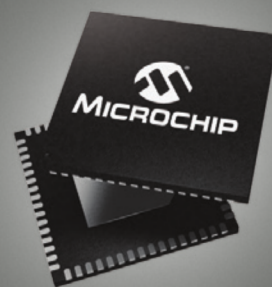
Le logiche programmabili più diffuse sono le CPLD (Complex Programmable Logic Devices), dispositivi integrati in grado di implementare funzioni complesse tramite blocchi logici connessi da un' opportuna rete; immaginate un insieme incredibile di integrati digitali che possiamo connettere a piacimento senza dover fare nemmeno una saldatura!
Un'altra particolarità di questi elementi è che lavorano in modo parallelo: un microcontrollore esegue istruzioni sulla base di una sequenza di comandi, una logica programmabile può invece eseguire più azioni contemporaneamente perché si tratta a tutti gli effetti di un assieme di singoli circuiti collegati tra di loro.
Il panorama delle logiche programmabili è molto vasto: Altera, Xilinx, Cypress tanto per citare i nomi di alcune case produttrici.
La scelta viene dettata dalla disponibilità di una certa struttura logica, di un numero adeguato di porte ingresso/uscita e dal grado di velocità
Non ci addentreremo nella descrizione particolareggiata, basti ricordare che ne esistono vari modelli con differente numero di macrocelle programmabili dall'utente, ad esempio la Altera fornisce la famiglia MAX3000A e MAXII con disponibilità anche di memoria RAM integrata.
Per chi volesse approfondire le proprie conoscenze (si veda la bibliografia), in particolare l'ottimo tutorial [1] pubblicato molti anni fa, ma ancora attuale.
Le logiche CPLD hanno dunque molte caratteristiche interessanti, ma possono risultare insufficienti per applicazioni in cui si richiedono moltissime funzioni logiche e una flessibilità ancora superiore.
La struttura a macrocelle, piuttosto complessa, limita la quantità di elementi logici disponibili all'interno del chip.
La FPGA rappresenta l'evoluzione del concetto precedente con la semplificazione delle unità logiche e l'aumento del loro numero.
La struttura di una FPGA risulta composta da una rete di connessione a matrice (Figura 1).

L'Intelligent Design

parte dagli Intelligent Analog PIC® Microcontroller

La progettazione analogica è difficoltosa, e assorbe prezioso tempo di sviluppo. Gli intelligent PIC® MCU di Microchip integrano funzionalità analogiche come un Analog-to-Digital Converter di elevate prestazioni, Digital-to-Analog Converter, e op amp, offrendo interfacce di facile utilizzo che semplificano la progettazione analogica. Una soluzione single-chip che permette di ridurre il rumore di sistema, offre un maggiore throughput, e al contempo riduce drasticamente i tempi e costi di progettazione.

Applicazioni

- Sensori ambientali di qualità
- Apparecchiature medicali portatili
- Apparecchiature Industriali
- Conversione di potenza
- Efficienza motori
- Illuminazione
- Misurazione e controllo della potenza
- Apparecchiature di energy harvesting
- Controllo di inverter solari

microchip.com/intelligentanalog

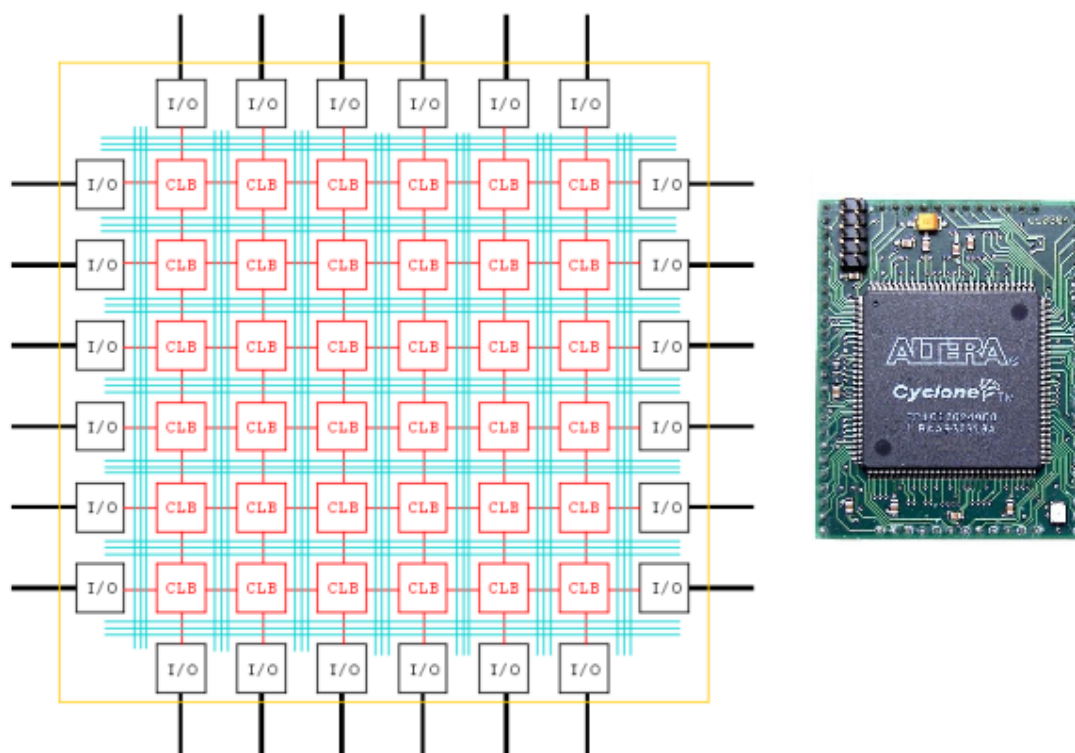



Figura 1: Schema interno di una FPGA

in cui in corrispondenza degli incroci riga/colonna sono poste delle CLB (Configurable Logic Block) formate a loro volta da unità molto semplici, un flip-flop, una o più LUT (porta logica a più ingressi descritta da una tabella ingressi/uscite) e un multiplexer (Figura 2).

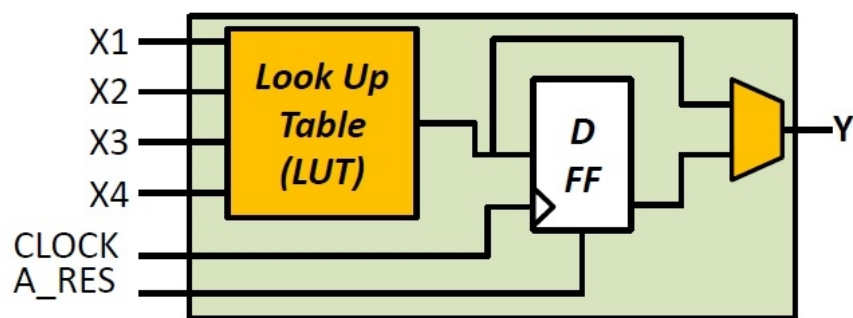



Figura 2: Configurazione di una CLB

Le connessioni logiche tra i vari CLB devono essere ottimizzate da programmi di routing (trasparenti però per l'utente) perché non ci sono più dei bus di connessione come nelle CPLD, ma ogni riga e ogni colonna della matrice possono ora essere utilizzate come percorso dei segnali; la grande variabilità dei percorsi da una configurazione all'altra inciderà dunque sulla massima frequenza di utilizzo (Figura 3).

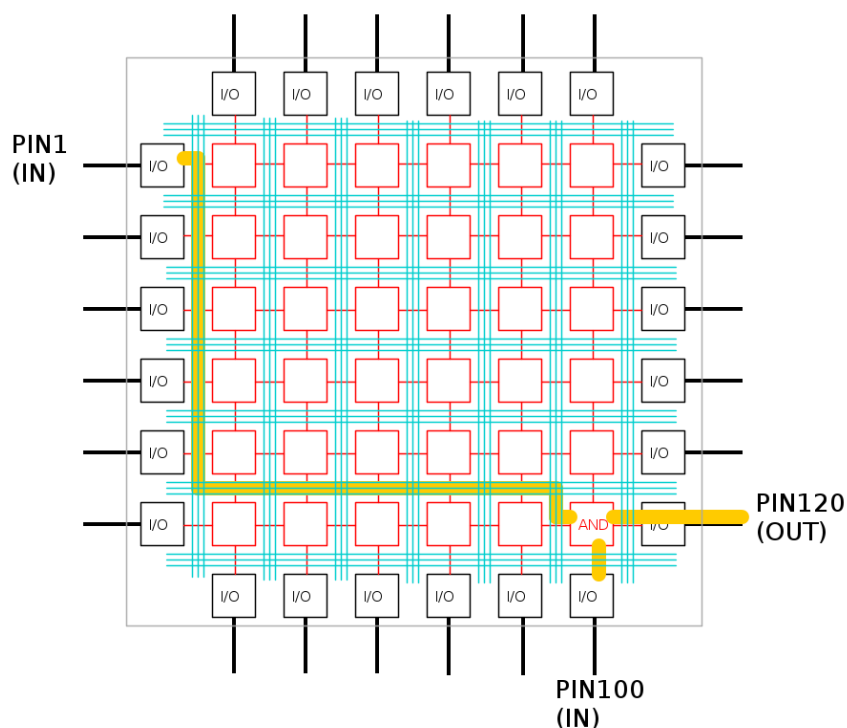



Figura 3: Collegamento di un gate a ingressi e uscite

I programmi di routing sono predisposti per tenere sotto controllo i tempi di propagazione; per circuiti di media complessità come quello richiesto per questo progetto in genere si riescono a garantire velocità dei dati di un centinaio di MHz o più.
Un grosso svantaggio della FPGA è che perdono la configurazione allo spegnimento del circuito e questo è uno dei prezzi da pagare per la maggiore complessità in termini di porte (gates). Come vedremo in seguito il problema si risolve con una piccola EEPROM che, all'atto dell'accensione, provvederà a ricaricare il firmware in maniera estremamente veloce.
La diffusione delle FPGA a livello hobbistico è ancora piuttosto limitata per ragioni di costo, di reperibilità e di difficoltà nella saldatura di centinaia di pin con spaziatura dell'ordine del mezzo millimetro.
Il costo della FPGA è, in effetti, molto elevato se parliamo di "ultime generazioni" (ad es. famiglia Stratix della Altera), di contro è più che accettabile se si utilizzano componenti più "datati" (Cyclone II Altera) che peraltro permettono prestazioni eccezionali e dispongono di moltissime funzionalità tra cui:

- Da 2 a 4 PLL programmabili e funzionanti a oltre 200 MHz;
- Fino a 1Mbit di RAM globale organizzata in blocchi da 4 kbit (M4K);
- Velocità sino a 260 MHz;
- Da 4608 a 68416 logic elements (LE) organizzati in LAB (Logic Array Blocks) da 16 LE;
- Da 158 a oltre 400 pins di I/O;
- Da 8 a 16 linee ottimizzate ad alta velocità per il trasferimento dei segnali di clock.

Le porte di comunicazione con l'esterno sono configurabili in una grande varietà di modi, da quella logica classica LVTTL a 3.3 V sino alla velocissima LVDS differenziale.
Il "case" di questi componenti è spesso di tipo "ball-grid" (BGA) che per gli hobbysti è semplicemente inavvicinabile; anche qui però le versioni precedenti hanno contenitori più

classici (TQFP).
I kit di sviluppo sono diffusi in internet, dove si trovano soluzioni anche molto economiche comprendenti un circuito stampato con FPGA già saldata, uscite su strip a passo 0.1 inch e un programmatore USB; il software è in genere gratuito (pur con qualche limitazione) e scaricabile direttamente dal sito del produttore.

ALTERA FPGA Cyclone II EP2C5T144 Minimum System Board

Questa scheda, reperibile su E-bay a circa 20 euro [2], permette di imparare a usare una FPGA Cyclone II senza doversi dotare di particolari strumenti o realizzare circuiti stampati multistrato – Figura 4.

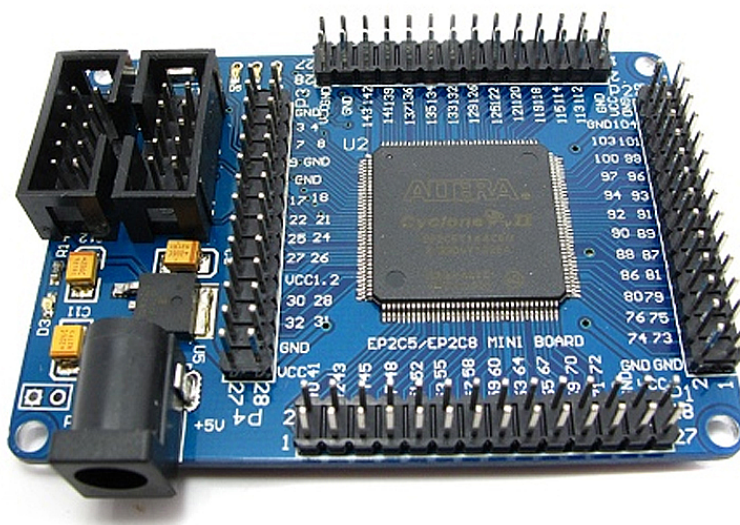



Figura 4: Scheda di sviluppo FPGA

Si tratta di un sistema veramente di base che comprende, oltre al chip, un paio di integrati regolatori di tensione, una EEPROM per memorizzare la configurazione e un oscillatore a 50 MHz per il clock.
L'FPGA lavora con più tensioni e i regolatori forniscono 3.3 V per l'alimentazione dei blocchi I/O e 1.2V per il core del dispositivo.
Tre LED e un pulsante rappresentano la minimale "interfaccia utente" per le prime prove.
Il kit è quindi veramente quanto di più spartano si possa immaginare, ma proprio per la sua essenzialità e per le sue ridotte dimensioni può essere agevolmente integrato in progetti anche molto complessi.
I numerosi pin di I/O sono organizzati in "banchi" ognuno dei quali fa capo a quattro connettori a 28 pin con l'indicazione serigrafica della piedinatura; sono disponibili anche pin di massa e alimentazione per eventuali necessità esterne. La sorgente di clock è già collegata a una linea dedicata ed è anch'essa disponibile su uno dei pin.
La programmazione della scheda può essere eseguita in modalità JTAG tramite un circuito anch'esso reperibile su e-bay al costo di 20 euro e denominato "USB Blaster" [3].
I terminali di programmazione dell'FPGA sono riportati su due connettori a 10 poli: il primo è per la programmazione diretta (molto veloce, ma volatile con l'alimentazione), il secondo per l'accesso seriale (AS- Active Serial) alla EEPROM interna che ricarica automaticamente il firmware dopo ogni accensione del circuito.
A questo punto, inquadrato brevemente il nucleo del progetto, vediamo più in dettaglio lo sviluppo del frequenzimetro.

Caratteristiche Tecniche

Il frequenzimetro è stato pensato per essere utilizzato in un laboratorio dove troverà posto assieme ad altri strumenti, magari su un livello più alto del banco di lavoro. Il display LCD da due righe dei classici frequenzimetri con microcontrollore potrebbe essere in questo contesto difficilmente leggibile per la distanza o le condizioni di illuminazione; il nostro frequenzimetro ha ben dieci cifre LED molto luminose e permette misure con la precisione di un Hertz sino a 1,2 GHz.
Riassumo brevemente le altre caratteristiche:

- Range 1: 5Hz – 120 MHz;
- Range 2: 80 MHz – 1200 MHz;
- Risoluzione 1 Hz con gate 1sec., 0.1 Hz con gate 10 sec. (Range1);
- Risoluzione 10 Hz con gate 1sec., 1 Hz con gate 10 sec. (Range2);
- Quattro aperture di gate selezionabili tra 10 sec e 10msec;
- Assenza di over-range grazie alle dieci cifre;
- Sensibilità migliore di -25 dBm su entrambe le portate;
- Punti decimali automatici a gruppi di tre cifre;
- Indicazione visiva del significato dell’ultimo digit (0.1 Hz, 1 Hz, 10 Hz, ecc.);
- Possibilità di sommare o sottrarre un valore di media frequenza tra 1 KHz e 99.999 MHz;
- Possibilità di utilizzare una base dei tempi esterna (10 MHz) ad alta stabilità;
- Soppressione degli zeri non significativi;
- Alimentazione 220 Vac, assorbimento circa 10W.

Principio di funzionamento

Un frequenzimetro è sostanzialmente un contatore di impulsi entro un periodo temporale noto, ad esempio un secondo; consideriamo un segnale di frequenza 1 MHz, questo significa che in un secondo si alterneranno **10^6** impulsi il cui conteggio, visualizzato su un display, indicherà proprio il valore della frequenza.
Il circuito dovrà eseguire periodicamente la lettura in modo da aggiornare il valore letto secondo il diagramma di Figura 5.

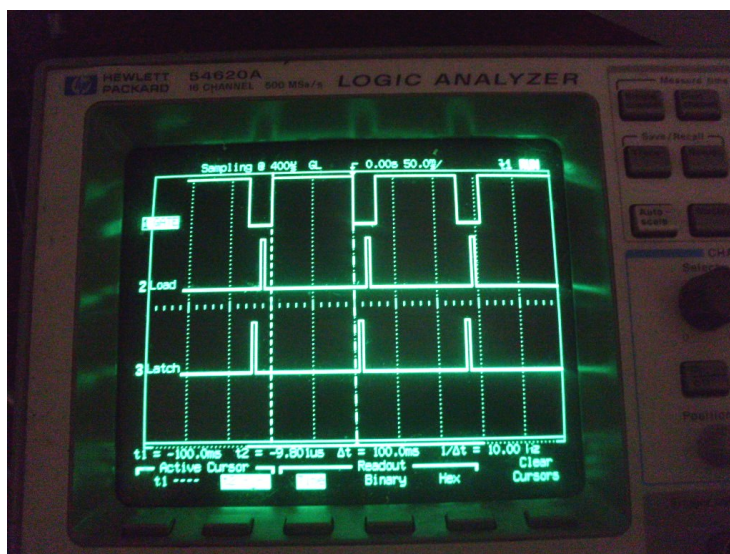



Figura 5: Segnali circuito di conteggio

Come si può notare alla "chiusura" del gate (livello basso-traccia1) seguono un impulso di "latch" (traccia 3) che memorizza l'uscita del contatore in una serie di D-latch e lo visualizza sul display e un impulso di "load" (traccia 2) che riporta il contatore nella condizione di partenza, pronto per il conteggio successivo.
Il segnale da misurare (BF, VHF) dovrà però essere prima trasformato in onda quadra, per essere elaborato dalla logica di conteggio; questa trasformazione viene eseguita fino a 120 MHz da un circuito amplificatore-squadratore a banda larga e per frequenze più elevate da un circuito prescaler, ovvero un divisore fisso che fornisce in uscita un segnale ad onda quadra di frequenza pari a quella di ingresso divisa per dieci.
Dalla precisione del segnale di "gating" dipendono la stabilità e la precisione della misura, per questo motivo, oltre ad utilizzare un generatore interno a elevata stabilità compensato in temperatura (TCXO), è stata prevista la possibilità di collegare una sorgente di riferimento esterna. Il circuito permette di poter introdurre un "offset" di frequenza che forzi il contatore a partire non da zero, ma da un valore impostato tramite dei commutatori binari rotativi (contraves); in questo modo è possibile aggiungere automaticamente il valore di media frequenza nella taratura degli oscillatori di conversione dei ricevitori.
Naturalmente sarà possibile non solo sommare, ma anche sottrarre un termine costante (con la tecnica del complemento a 9) nel caso in cui l'oscillatore, a parità di media frequenza, abbia frequenza più elevata del segnale da ricevere.
Tutte le operazioni logiche di conteggio, memorizzazione, gestione del display, generazione dei segnali temporali, saranno naturalmente svolte dal cervello del progetto, l'FPGA.
Nella prossima puntata vedremo in dettaglio gli schemi elettrici e la realizzazione pratica dei circuiti.

Una stazione meteo per la viticultura (prima parte)

di Girolamo D’Orio

Il dispositivo trasmittente installato su vigneto permette di trasmettere dati di umidità e temperatura con trasmissione in 433Mhz. Il dispositivo ricevente, oltre che a ricevere tali dati, rileva la pressione atmosferica, la temperatura interna e la quantità di pioggia caduta. L’interfaccia grafica su PC, con Processing, permette la creazione di una data-logger su Excel e mostra le immagini in tempo reale scattate dal satellite.

Quanti viticoltori non hanno mai sognato di conoscere la temperatura e, in particolare, l'umidità presente nel vigneto, soprattutto quando le “bambine" sono nella fase dell'allegagione?
Questo è sempre stato anche il mio sogno! Sapere cosa stava accadendo nella vigna, specialmente in mia assenza; avere una stazione meteo che mi comunicasse tutto sulle condizioni climatiche, ovunque io fossi...
Vi verrà da pensare: ma perché, giacché esiste, non l'hai mai acquistata?
Qualche tempo fa, a una fiera dell'agricoltura, soffermandomi presso uno stand che trattava stazioni meteo per il rilevamento di dati nei vigneti, ho chiesto quanto costassero. Avuta l’informazione, ho pensato che fosse meglio salutare, ringraziando.
A cosa serve effettivamente una stazione meteo nella vigna? Ci sono tanti motivi validi, vi cito quelli più importanti.
Prima di tutto serve a conoscere con esattezza temperatura e umidità presenti nel vigneto permettendo di contrastare il rischio di alcune malattie come la peronospera e l'oidio. Tali patologie, infatti, si manifestano in maniera diversa, secondo lo stadio di sviluppo della pianta e delle varie condizioni di temperatura e umidità.
Prendiamo, ad esempio, la peronospera che probabilmente, anche chi non è un agricoltore di professione, conoscerà per averne sentito parlare.
Cercherò di farla breve per non annoiare troppo, perché qui l’argomento principe è l’elettronica.
Avendo a disposizione i dati concernenti l’umidità, la temperatura e la quantità di pioggia caduta possiamo calcolare il periodo di incubazione della malattia; ma, cosa ancora più importante, è la possibilità di poter fare calcoli sull’insorgenza dell'infezione secondaria della peronospera.
L'infezione secondaria è, infatti, la più dannosa; dopo la comparsa della prima "bolla" di peronospera sulla foglia, a distanza di qualche giorno, fa la sua apparizione, una “muffettina” biancastra dietro la foglia stessa. In caso di pioggia o con bagnatura fogliare elevata, queste "spore", sfruttando la rugiada come mezzo di locomozione, infestano tutta la pianta per arrivare fino al frutto che è portato pian piano alla "morte".
Eseguire una misurazione della bagnatura fogliare, anche facendo uso di corretti sensori, per quanto ne so, non ha dato grandi risultati perché spesso le letture sono falsate da svariati parametri e, soprattutto, dai fitofarmaci che vanno a interferire con il sensore, che viene a trovarsi nei pressi della parete fogliare. A questo punto possiamo calcolare teoricamente il rischio dell'infezione secondaria della peronospora le cui condizioni si manifestano quando è soddisfatta la seguente condizione:

Durata (in ore) Bagnatura Fogliare (DBF) x Tmedia rilevata > 50

Per fortuna ci dà una mano, una formula che calcola la bagnatura fogliare simulata avendo i dati di temperatura, umidità e pioggia.

La durata della bagnatura fogliare è calcolata da quella fogliare simulata con il metodo proposto da Horta Srl, e cioè in base al Vpd (Vapour presseur deficit) e alla presenza di pioggia:

Bagnatura fogliare simulata = 1 se (vpd<1) o (RR>0) o (RH>90)

dove:

Vpd=[1-(RH/100)]*{6.11*exp[(17.47*AT)/(239+AT)]}
RR=precipitazione
RH=umidità relativa
AT=temperatura aria

altrimenti:

Bagnatura fogliare_stimata = 0

Quindi, con pioggia o con umidità superiore al 90% o con la Vpd inferiore a 1 saremmo in presenza di condizioni favorevoli allo sviluppo della malattia; ciò si verifica però solo se la Durata Bagnatura Fogliare (DBF) x Tmedia rilevata > 50.
Altra prerogativa di questa “stazioncina” è che essa ci permette di misurare con precisione la quantità di pioggia caduta. Dato che (almeno nella regione Toscana) è obbligatorio assicurarsi contro la grandine e gli eventi climatici eccezionali , nel caso in cui vengano superati gli 80 mm di pioggia in 48 ore in fase di preraccolto, si ha diritto ad un risarcimento. Un'altra utilità consiste nel fatto che, registrando i dati ogni ora, avremo la possibilità di capire se, in alcuni momenti della notte, ci sia stato il rischio di brinata nel periodo in cui la pianta si è appena risvegliata dal letargo invernale
Parliamoci chiaro, ho sempre lavorato senza stazione meteo, ma quello che mi ha spinto alla sua realizzazione, oltre che il puro divertimento, è stato la necessità di capire, confortato da dati reali, quale fosse il trattamento più adeguato da fare.
Lo scopo era di utilizzare il prodotto più adatto... ottenere un aiuto nella scelta del fitofarmaco contenente il principio attivo più efficace da usare; in determinate condizioni, infatti, alcuni principi attivi si inibiscono divenendo inutili e dannosi.
E’ meglio che mi fermi qui...

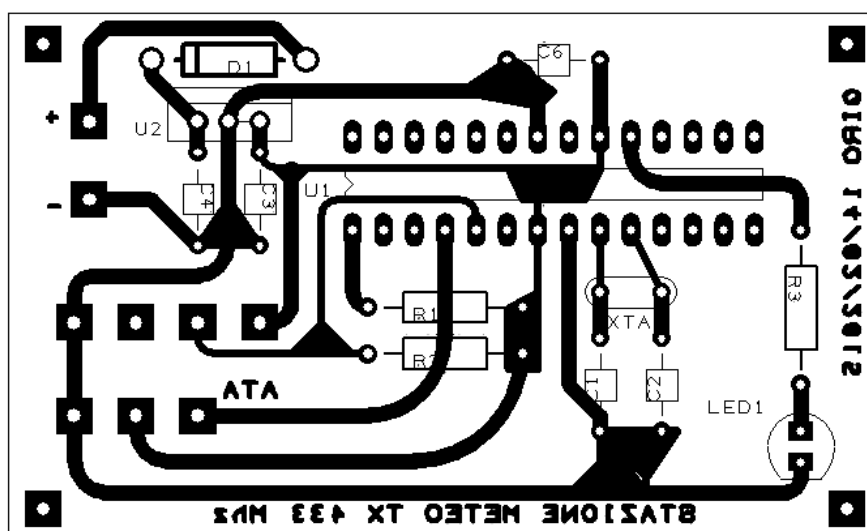



Figura 2: Il PCB del TX

Trasmettere i dati di temperatura e umidità dal vigneto a 433Mhz

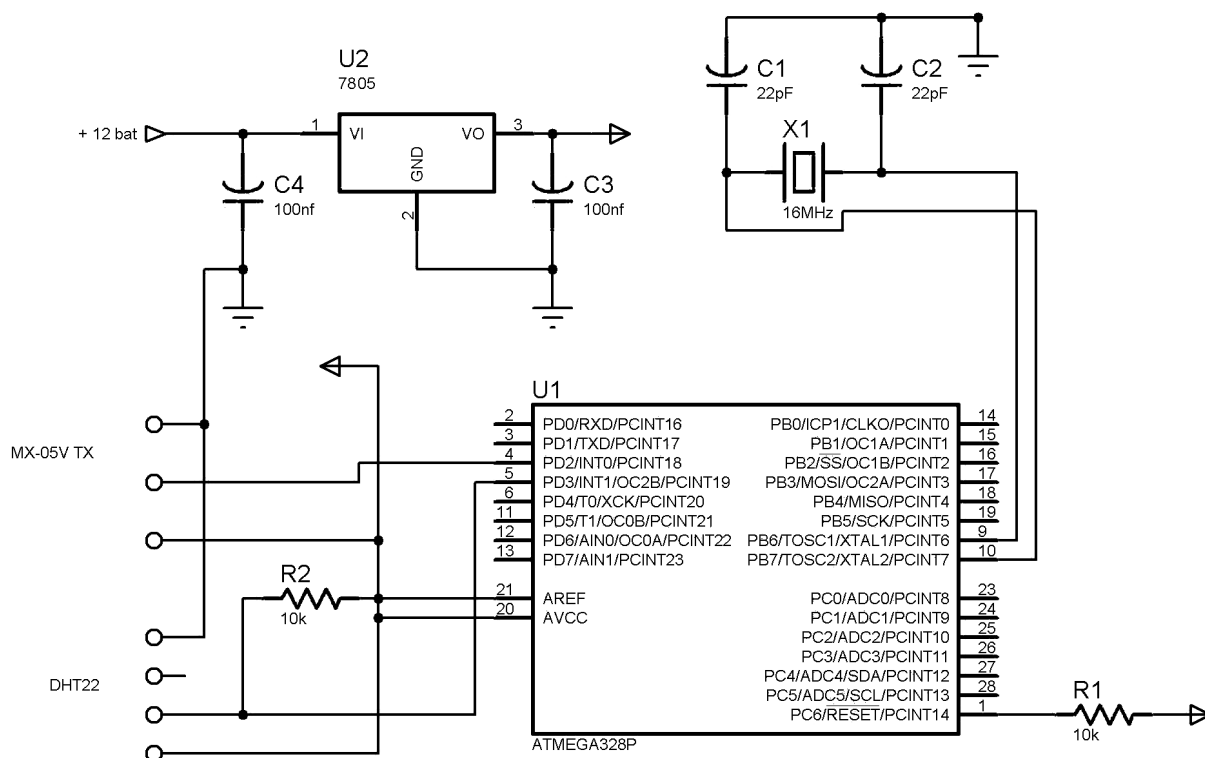



Figura 1: Schema tx

Elenco componenti	
R1	10 KΩ 1/4 W
R2	10 KΩ 1/4 W
C1,C2	22 pF poliestere
C3-C5	100 nF poliestere
D1	1N4007
U1	Atmega328
U2	7805
modulo tx	MX-05V
Strumentazione consigliata	
Oscilloscopio per PC: **Poscope**	
Analizzatore di spettro	

Figura 3: Il trasmettitore

- Amplificatore tv (da effettuare una modifica essendo alimentato a 230 Vac; ne parlerò più tardi);
- Antenna logaritmica tv;
- Batteria 12v 7,2 A Fiamm;
- Pannello solare 15W;
- Diodo 1n54008 (da mettere sull'uscita v+ del pannello per non scaricare la batteria in assenza di sole; è di 3A ma disponevo solo di questo nei cassetti);
- Fusibile da 2A (per proteggere il pannello in caso di corto);

P.S (non pubblico di proposito lo schema del collegamento tra pannello e batteria data la semplicità di allestimento; dalla V+ del pannello, diodo in serie e quindi fusibile per collegarsi alla batteria).

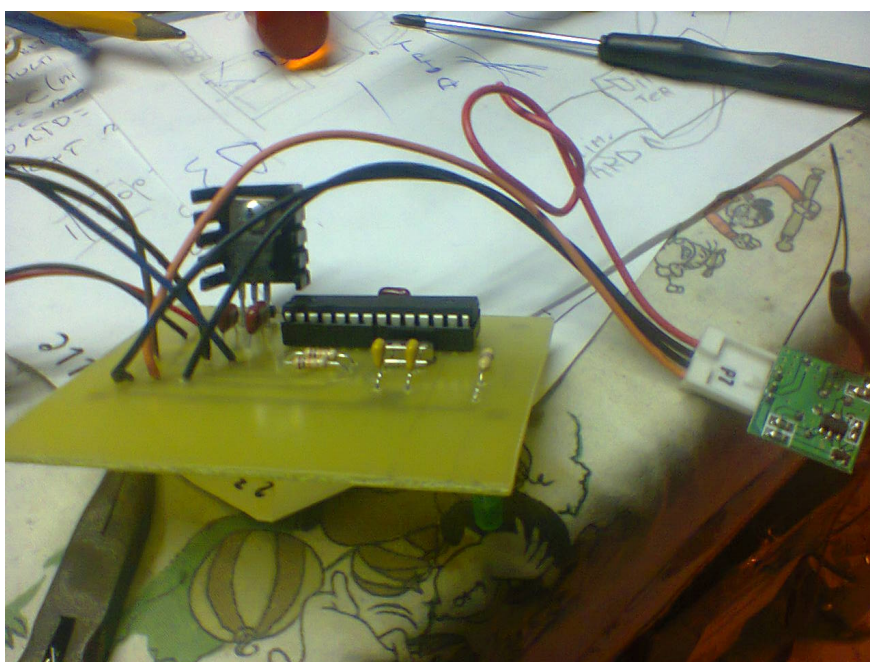



Figura 4: Collegamenti

Il funzionamento del comunissimo sensore di temperatura e umidità DHT22 è molto semplice. Il web è pieno d'informazioni e di librerie per l'utilizzo del DHT22 con Arduino; lo stesso vale per il modulo tx.
Preferisco soffermarmi invece sull'uso a livello hardware, poiché in rete non sono riuscito (almeno io), a trovare molti dettagli su come farlo funzionare al meglio.
Per ottenere una "trasmissione più spinta" ho usato un amplificatore TV della OFFEL, art. 25-014 Sigla-1tm20 Reg, che riportava, nella tabella delle caratteristiche, la frequenza di lavoro di 40-80+150-862 Mhz con guadagno di 20dB.
Niente di "dedicato o specifico" vista la sua "finestra" di lavoro, ma considerando che in genere questi piccoli ampli hanno il guadagno più alto a centro banda ho deciso di acquistarlo comunque (se la prova avesse avuto esito negativo, avrei sempre potuto riutilizzarlo).
Sarebbe stato utile utilizzare un'antenna Yagi direttiva, ma poiché avrei dovuto ordinarla su internet e data l'impazienza, ho ripiegato su una semplice logaritmica di basso costo per uso TV.

Con l’amplificatore e quest’antenna arrivo a coprire distanze di circa 2-3 Km (sono onesto, non la gonfio); chiaramente è una situazione ottimale per alcuni aspetti: niente ostacoli in aperta campagna dove non sono presenti altri segnali forti a creare problemi.
Chiaramente l'ampli TV deve essere collegato “al contrario” rispetto al suo normale utilizzo: dove è scritto “TV” dovrete collegare l'antenna che trasmetterà il segnale, dove è scritto “ANT” dovrete collegare l'uscita del modulo TX.
I collegamenti sono stati fatti usando un cavo Sat; le lunghezze usate sono pari ai multipli del 1/4 d'onda, ovvero circa 17cm.
Siccome l'ampli ha un’alimentazione di 230Vac, e dato che esso doveva essere installato necessariamente in vigna, ho dovuto affrontare il problema relativo all'alimentazione.
Smontandolo, ho notato che il suo alimentatore, per fortuna, non era di tipo switching.
Ho quindi rimosso il trasformatore, il ponte a diodi e i rispettivi condensatori di filtro e sono andato a collegare direttamente la batteria sul regolatore 7815 (si perdono circa 3 volts e, di conseguenza, qualcosa in potenza di trasmissione).

Quanto "beve" questa trasmissione? Ecco una foto:

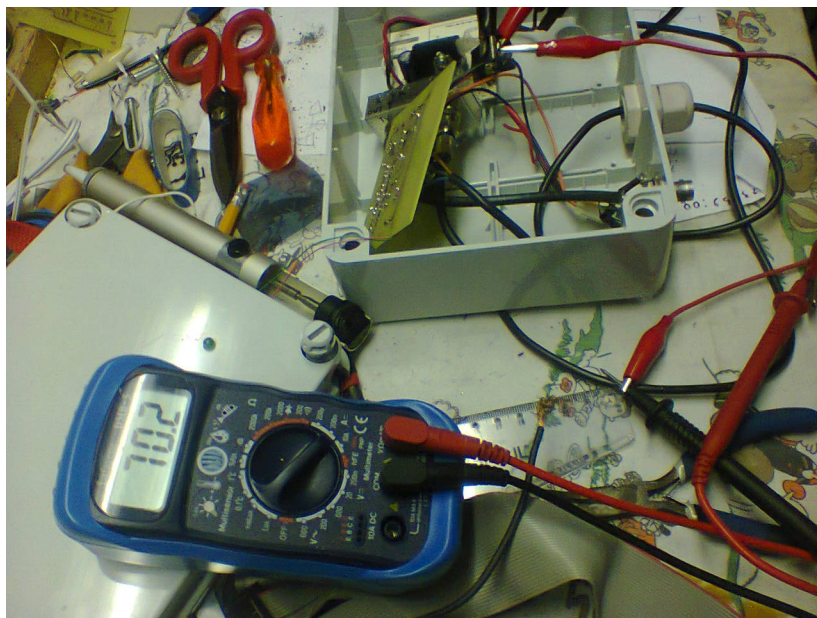



Figura 5: Assorbimento del circuito

Stimo, a occhio, senza fare calcoli complicati, che la batteria da 7,2Ah resisterà quasi quattro giorni prima di scaricarsi e che il piccolo pannello da 15W non necessiterà di un regolatore dato che la corrente che riuscirà a fornire in condizioni ideali non supererà il 20% di quella della batteria, quindi non la dovrebbe "sovraccaricare".
Non sarà il massimo, ma soddisfa le mie necessità, considerato il modesto consumo nei confronti del grosso "polmone" rappresentato dalla batteria.
Certamente devono essere considerate le condizioni più sfavorevoli ma se a luglio, quattro giorni di sole non permettono di ricaricare la batteria, l'uva nella vigna “mi saluta” e di conseguenza della trasmissione me ne faccio ben poco ...
P.S. Ho sbagliato ad acquistare il micro e ho comprato l'ATmega328-pu (senza la p, quello di arduino è ATmega328p-pu): costa di meno ma consuma qualche mA in più. Se lo acquistate, per caricarci il bootloader, occorre modificare alcune righe in un file dell'Ide, ma questa è un’altra storia...).

Il problema più grosso, in termini di errori di misura della temperatura e dell’umidità, era causato dal sensore DHT22; non per un errore di taratura o software, bensì da come lo avevo usato in esterno.
Lo avevo installato "quasi ignudo " sotto il sole e la pioggia; i problemi sono arrivati quando nelle ore più calde ottenevo registrazioni di circa 20 C°, quando invece la temperatura era di 15 C°.
Ho risolto il problema costruendo una “schermatura” intorno al sensore in modo da isolarlo dall'irraggiamento solare, permettendo così letture più affidabili.
Ho cercato invece di ricreare le condizioni ideali dell'involucro: esso non deve essere a contatto con la pioggia e i raggi solari non lo devono scaldare direttamente.
Nella "botteghina" del ferramenta sotto casa ho reperito quattro imbuti di plastica, quattro barre filettate di 5mm con relativi dadi e rondelle e un foglio di alluminio.
Con questi oggetti ho costruito la protezione; non sarà bellissima ma funziona bene.
Le misure, confrontate con quelle ritenute affidabili della “stazioncina” che possiedo in casa, e con i dati di www.ilmeteo.it riguardanti l’area geografica in cui abito, registrano valori quasi identici.
Ho tagliato gli imbuti nel punto in cui vanno a restringersi per avere un maggior deflusso di aria e li ho distanziati tra di loro usando le barre filettate per creare un'intercapedine tra imbuto e imbuto, per favorire così la dispersione termica del materiale ed aumentare il flusso dell'aria.

Figura 6: Montaggio del dispositivo all'esterno

Altri dettagli tecnici, costruttivi e logistici si vedranno nella prossima puntata.

IL TRANSISTOR E LE SUE APPLICAZIONI

di Vincenzo Sorce

Parte prima: generalità e funzionamento statico

Il transistor si può, senz'altro, considerare il componente elettronico per eccellenza. Infatti, oltre alla sua funzione di base, esso può fungere anche da resistenza, diodo, capacità e così via. Tale comportamento si riscontra anche nei circuiti integrati.

In quest'articolo tratteremo le caratteristiche fisiche ed elettriche del componente che ha rivoluzionato l'elettronica, consentendogli di fare un balzo in avanti inimmaginabile. Prima della sua realizzazione i circuiti elettronici si basavano sull'utilizzo della valvola termoionica. Non c'è bisogno di grandi riflessioni per capire che, prima della sua invenzione, non sarebbero stati possibili lo sviluppo dell'elettronica come oggi noi la conosciamo ne' le sue sempre più avanzate applicazioni.

UN PO' DI STORIA

Il primo transistor fu costruito in Canada da Julius Edgar Liliefeld nel 1925, che però, non era realizzato con le giunzioni di cui parleremo più avanti, ma era molto simile al transistor a effetto di campo.
Consisteva in una struttura che conduceva l'elettricità, l'intensità della quale era regolata dal valore variabile di un campo elettrico. Il primo transistor fu realizzato mettendo a contatto due elettrodi puntiformi con un diaframma di germanio di tipo N (questo sistema era già utilizzato per la realizzazione del diodo) e fu costruito nel 1947 nei laboratori statunitensi della Bell da Walter Brattan e John Barden, ma si trattava sempre di transistor a punte di contatto. Il transistor a giunzione fu inventato nel 1948 da William Shockley. Al tre statunitensi nel 1956 fu assegnato il premio Nobel per la Fisica. Per la produzione dei transistor agli inizi furono impiegati il germanio e il silicio.
Quest'ultimo si dimostrò subito molto più versatile ed efficiente del germanio e presto divenne il solo impiegato in elettronica. Negli anni settanta ebbe inizio la corsa ai circuiti integrati. S'iniziò con gli integrati logici.
Il primo è stato il più classico: il flip–flop. In seguito toccò anche ai circuiti analogici. Il livello d'integrazione raggiunto oggi è impressionante: in un millimetro quadrato vi sono integrati milioni di transistori che, come si è detto prima, svolgono anche le funzioni di resistenza, condensatore e tanto altro ancora.

STRUTTURA FISICA

Gli elementi base su cui si basa il funzionamento del transistore sono i semiconduttori e in particolare il germanio e il silicio. In tali elementi, a differenza dei materiali conduttori, vi sono pochi elettroni in movimento libero. Là dove un elettrone si sposta lascia, nell'atomo che ha abbandonato, una lacuna, cioè una carica positiva di valore pari a quella dell'elettrone, ma di segno opposto.
Gli elettroni e le lacune sono in numero pari nel semiconduttore allo stato puro. Se droghiamo il semiconduttore con un elemento che crei un eccesso di cariche mobili negative (elettroni) o positive (lacune) otteniamo semiconduttori drogati di tipo N e di tipo P. Dalla giunzione di una barretta di semiconduttore drogato di tipo N con una di tipo P otteniamo il diodo.

FUNZIONAMENTO DEL DIODO

Se mettiamo in contatto una barretta di semiconduttore di tipo P con una di tipo N si ottiene quanto mostrato in figura n.1:

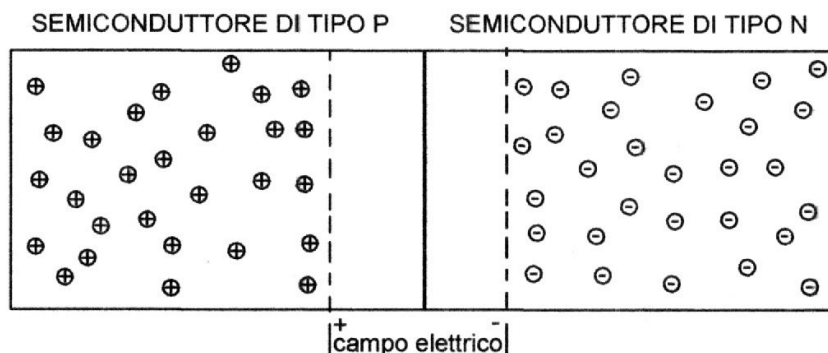



Figura 1: Giunzione P-N

Dalla figura n.1 si evince che inizialmente avviene un annullamento fra elettroni e lacune che attraversano la giunzione, finché si crea un campo elettrico di valore tale da opporsi a un nuovo passaggio di cariche.

Se invece applichiamo un campo elettrico, tramite una batteria, di valore superiore al campo elettrico di giunzione, avremo un attraversamento di lacune da un lato e di elettroni dall'altro (vedi figura n.2).

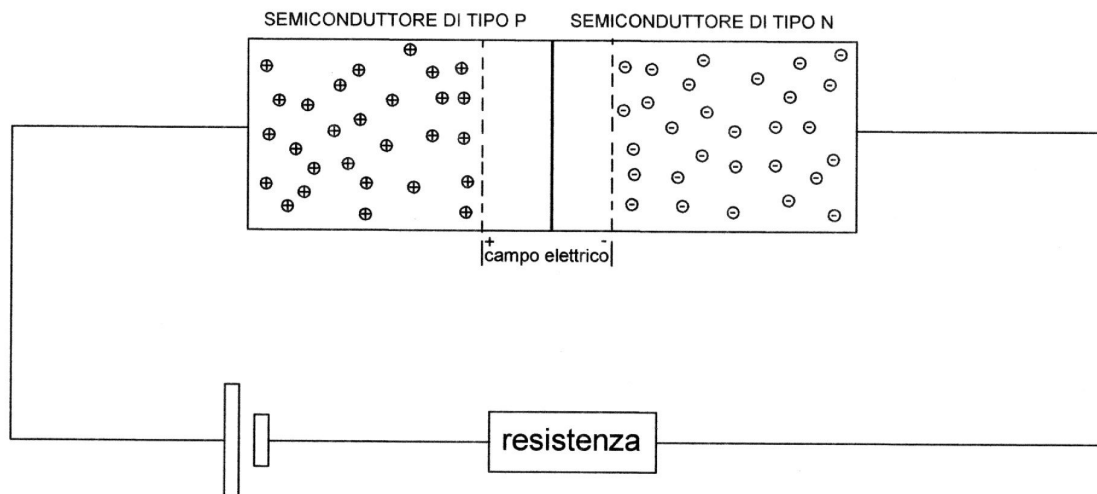



Figura 2: La giunzione P-N sottoposta a campo elettrico

La resistenza elettrica, di valore opportuno, limiterà la corrente a valori desiderati ed eviterà la distruzione della giunzione.

E' evidente che se invertiamo la polarità della batteria otterremo un aumento del campo elettrico di giunzione e quindi non avremo passaggio di corrente. Ecco perché il diodo è unidirezionale, cioè la corrente può scorrere in una sola direzione. Questo schema è

ideale perché, in realtà sia la barretta di tipo N che quelle di tipo P hanno, seppure in misura molto ridotta, rispettivamente delle lacune nel tipo N e degli elettroni nel tipo P. Ciò comporta una piccola corrente inversa, di valore normalmente trascurabile, quando il diodo è polarizzato inversamente.

FUNZIONAMENTO FISICO DEL TRANSISTOR

Un transistor si ottiene tramite una doppia giunzione. Abbiamo due tipi di transistor: PNP e NPN. Nel nostro esempio, che andiamo a trattare, considereremo un transistor di tipo NPN. Ovviamente le stesse considerazioni valgono per l'altro tipo. Esaminiamo il circuito di figura n.3.

La giunzione emettitore-base è polarizzata direttamente grazie alla batteria Vb, perciò la zona neutra di giunzione è ridotta e circola la corrente Ib. E' importante notare che in realtà gli elettroni si muovono nel senso opposto a quello segnalato per la corrente che, però, per convenzione fa riferimento al movimento delle cariche positive.

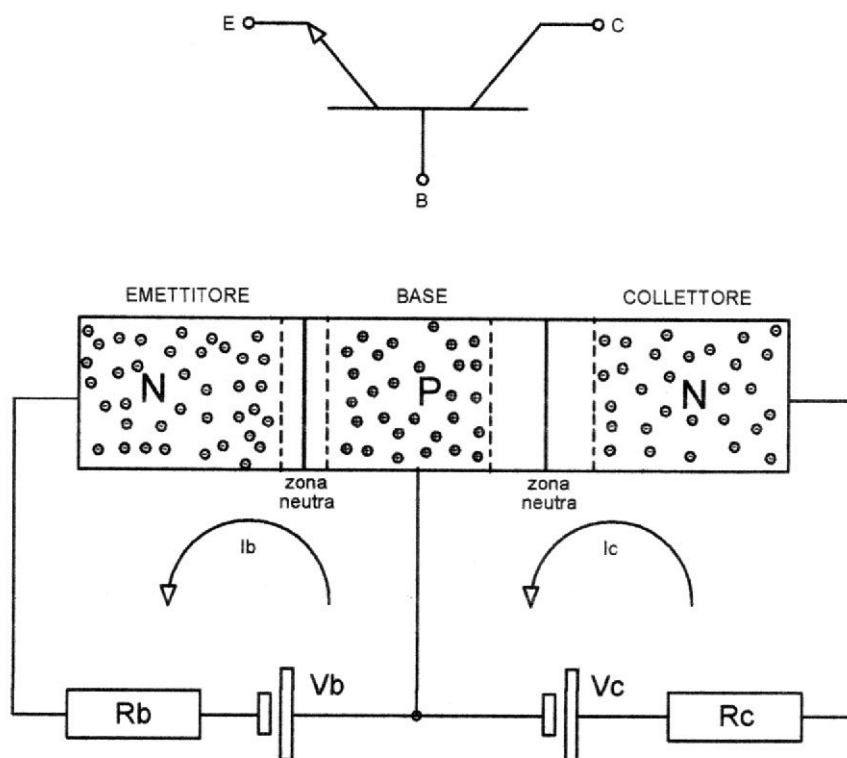



Figura 3: Struttura di un transistor

Nella giunzione base-collettore, con una zona neutra più ampia, perché polarizzata inversamente, giungono elettroni dovuti alla circolazione della corrente di base Ib. Lo schema sopra mostrato è solo teorico, in realtà fisicamente le giunzioni sono realizzate in modo tale da favorire il flusso di elettroni dalla base verso l'emettitore e il collettore. Gli elettroni giunti nella zona neutra della giunzione base-collettore sono messi in circolazione dando luogo alla corrente Ic. Rileviamo immediatamente un fatto importante: la corrente Ic

SINCE 2002 THE LEADING INTERNET OF THINGS TRADESHOW

14TH EDITION

CONFERENCE, EXHIBITION, MATCHMAKING

FOCUS ON: SMART GRID, SMART FACTORY, CLOUD OF THINGS, CYBERSECURITY, BIG DATA, START UPS

28-29 APRIL, 2015

Atahotel Expo Fiera

MILAN

www.m2mforum.com

free participation

Access is reserved to professionals

M2M Forum is part of

DW MILAN DISRUPTIVE WEEK

April 27-30, 2015 - Milan

ROBOTICS, M2M, IoT, WIRELESS 2.0, WEARABLE TECH, SMART ENERGY

2014 EDITION

more than **1200** visitors **(+25%)** from **19** countries,
78 sponsors and partners, **120+** speakers,
20 top supporting organizations

M2M FORUM: ONE EVENT, TWO DAYS, ENDLESS POSSIBILITIES

M2M Forum is the International leading Conference&Expo offering one-to-one meetings, relaxed networking and innovative insights in the machine-to-machine and Internet of Things scenario. The event brings together worldwide professionals and like-minded executives in the most vibrant sectors of the industry.

BROUGHT TO YOU BY: innovability | CONTACTS: segreteria@innovability.it - Phone: +39 0287156782

segue la sorte della corrente Ib. Ne consegue che regolando opportunamente le grandezze fisiche ed elettriche in gioco possiamo avere una corrente Ic che segue l'andamento della corrente Ib ma con valori molto più grandi. Cioè siamo riusciti ad ottenere un'amplificazione di corrente. Vedremo, in seguito, che potrà ottenersi anche un'amplificazione di tensione e, quindi, di potenza.

FUNZIONAMENTO STATICO DEL TRANSISTOR

Nell'esempio illustrato in figura n.3 abbiamo preso in considerazione un transistore NPN connesso a base comune. Vi sono altri due tipi di connessione: a collettore comune e a emettitore comune. Quest'ultimo tipo di connessione è raffigurato nella figura n. 4.

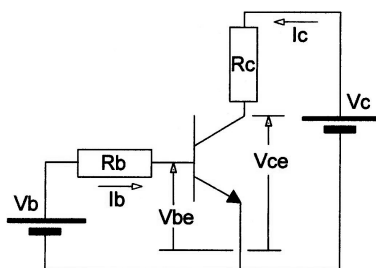



Figura 4: Configurazione a emettitore comune

Come si può facilmente intuire il circuito base-emettitore, alimentato direttamente, regola l'intensità di corrente Ic, che è zero quando Ib=0. La prima domanda che dobbiamo porre è la seguente: "quali sono i valori delle correnti che attraversano il transistor e le relative tensioni ai suoi capi?" Mentre hanno dei valori numerici ben precisi di tensione, le batterie, e di Ohm, le resistenze, lo stesso non si può dire del transistor. Infatti, quest'ultimo ha delle caratteristiche elettriche dipendenti dalle tensioni applicate e dalle correnti conseguenti. Tali caratteristiche elettriche, ottenute per valori diversi di tensioni e di correnti, ed elaborate dalle case costruttrici, sono rappresentate nella figura n. 5:

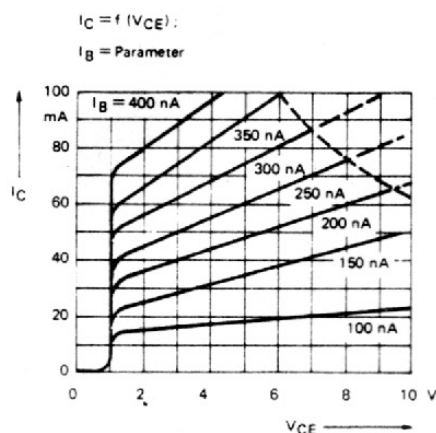



Figura 5: Curve caratteristiche di un transistor

Sull’asse delle ascisse abbiamo la corrente in mA e sull’asse delle ordinate la tensione in Volt. Per ogni singolo valore di Ib abbiamo una curva corrispondente. Per intenderci, se imponiamo una corrente Ib=200nA (equivalente a 0,2uA) avremo una sola curva con quel valore.

Scriviamo l’equazione riguardante la maglia di uscita:

Vc-RcIc-Vce=0

che è l’equazione di una retta, detta retta di carico. A, avendo noti i valori Vc ed Rc e variabili Ic e Vce.

Se poniamo Rc=100 Ohm e Vc=9V:

- Per Vce=0 avremo Ic=(Vc/Rc)=90mA;
- Per Ic=0 avremo Vce=Vc=9V.

Disegnando la retta nel piano riportato in figura 4 ed incrociando la retta con la curva Ib=200nA, troveremo il valore della corrente Ic e della tensione Vce ai capi del transistore:

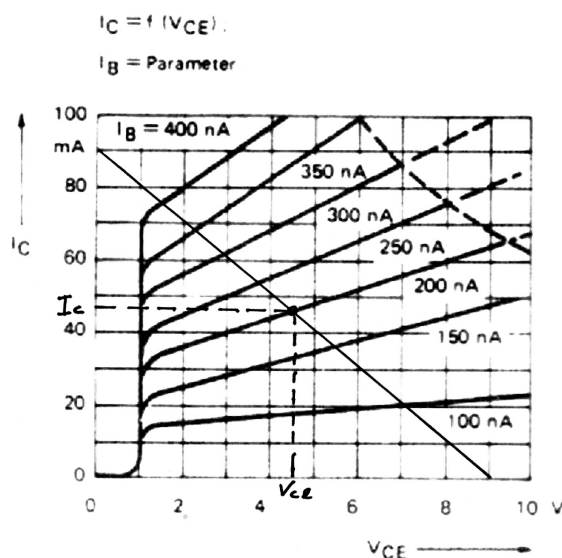



Figura 6: Retta di carico

Dalla figura n.6 si evince che il valore di Vce è di 4,5V ed il valore di Ic è di 47mA. Si procede con ragionamento analogo per trovare la Ib e la Vbe utilizzando le caratteristiche del transistore fornite dal costruttore per la maglia d’ingresso.

Lo schema di alimentazione del transistore mostrato in figura 4 evidenzia un inconveniente: per alimentare il transistor occorrono due batterie. In realtà questo problema è risolto con l’utilizzo dello schema di figura n.7.

Il primo circuito realizza la **polarizzazione** del transistor, sia all’ingresso sia in uscita, con la sola Vc. Lo stesso circuito può rappresentarsi con il secondo schema. Infine si ottiene il terzo schema applicando il teorema di Thevenin fra base ed emettitore, ottenendo una V equivalente e una R equivalente:

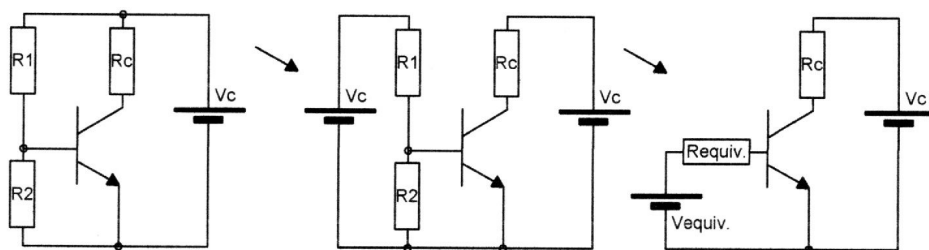



Figura 7: Alimentazione di un transistor

in particolare, applicando il teorema, e immaginando di sezionare i collegamenti del circuito d'ingresso fra base e massa, si calcola la Requiv. e la Vequiv.:

Requiv.=RixR2/(R1+R2)

cioé il parallelo fra le due resistenze e:

Vequiv.=VcxR2/(R1+R2)

che non è altro che la tensione a vuoto ai capi di R2.

STABILIZZAZIONE TERMICA DEL TRANSISTOR

Il transistor è un componente elettronico che ha una sua struttura fisica e le sue caratteristiche elettriche sono dipendenti dalla temperatura. Se la temperatura esterna aumenta, allora tende ad aumentare la corrente di emettitore Ie=Ic+Ib la cui circolazione causa un ulteriore aumento della temperatura del componente. Questo processo a catena può portare alla sua distruzione fisica. Per ovviare a questo inconveniente si ricorre all'inserimento, tra emettitore e massa, di una resistenza Re:

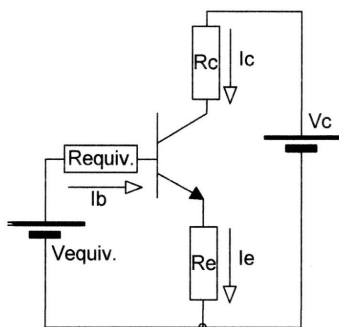



Figura 8: Stabilizzazione termina di un transistor

La resistenza Re aumenta la tensione ai suoi capi quando aumenta Ie. Se osserviamo la maglia d'ingresso del circuito, rileviamo che tale aumento di tensione è di segno opposto alla tensione di alimentazione Vequ; ciò porterà a una diminuzione della Ib, che causerà

una riduzione della corrente nella maglia di uscita.

Perciò possiamo asserire che la Re è una resistenza di reazione negativa o controreazione.

Eseguendo dei calcoli analitici che vi risparmiamo, si giunge alla formula:

S=Requiv./Re +1

Dove S è il coefficiente di stabilità termica. Aumentando teoricamente Re verso l'infinito:

S=1

Se invece poniamo Re=Requivm, avremo:

S=2

Nella progettazione di un circuito a transistor nel funzionamento lineare si sceglie:

1<S<2

PROGETTO PER LA POLARIZZAZIONE STATICA DEL TRANSISTOR

Ricordando che, allo stato attuale, stiamo studiando il transistor allo scopo di poterlo utilizzare per applicazioni di carattere analogico, occorre preliminarmente stabilire un punto di funzionamento dello stesso. Ciò vuol dire stabilire, nelle caratteristiche di figura n. 6, quel determinato punto. Dovendo il circuito funzionare in modo lineare, scegliamo un punto centrale attorno al quale la curva caratteristica è lineare. A tale scopo, per il nostro progetto, scegliamo il punto segnato in figura. I dati da considerare sono i seguenti:

- S=2;
- Vce=4,5V;
- Ic=47mA;
- Ib=0,2uA;
- Vc=12V;
- Vbe=0,6V.

Abbiamo fissato il valore Vbe=0,6V perché la variazione del valore di questa tensione non è rilevante al variare delle altre grandezze.

Le equazioni che dobbiamo considerare sono due: una relativa alla maglia d'ingresso e l'altra relativa alla maglia di uscita.

L'equazione della maglia di uscita è:

Vc-RcIc -Vce-ReIe = 0

Dove Ie=Ic+Ib e poiché Ib è trascurabile rispetto ad Ic si ha, ponendo Re=0,1xRc:

Vc-RcIc -Vce-0,1RcIc = 0

Da cui si ricava:

Vc-1, 1RcIc-Vce=0 → Rc=(Vc-Vce)/1,1x0,047=7,5/0,0517=145 Ohm

che arrotondiamo a 150 Ohm poiché in commercio il valore prossimo a 145 Ohm è di 150 Ohm.

Avendo posto S=2 e quindi Requiv.=Re:

Requiv.=Re=15 Ohm

Adesso prendiamo in considerazione la maglia d'ingresso considerando Ie=Ic dato che la corrente Ib è trascurabile:

Vequiv. –Requiv.xIb –Vbe –Requiv.Ic=0

Da cui ci riviamo Vequiv.:

Vequiv. = Vbe+–Requiv.Ic=0,6+15x0,047=1,3V

Per calcolarci I valori del partitore R1–R2 procediamo nel seguente modo:

ponendo R1=100 Ohm si ha:

Requiv.=R1xR2/(R1+R2) da cui R1xRequiv.+R2xRequiv.=R1xR2

e infine

R2=R1xRequiv./(r1-Requiv.)=100x15/85=17 Ohm

che arrotonderemo a 18 Ohm.

CONCLUSIONI

Grazie alle caratteristiche fornite dai costruttori, comunemente raccolte nei datasheet, e con le leggi dell'elettrotecnica, siamo in grado, una volta deciso il punto di funzionamento del transistor, di trovare i valori di tensione di alimentazione, della resistenza di carico Rc, della resistenza di controreazione per la stabilizzazione termica Re e del partitore R1 ed R2 per l'alimentazione del circuito di base.

Vedremo, in seguito, nel funzionamento dinamico, cioè dal punto di vista del suo comportamento alla presenza di segnali variabili, le caratteristiche dei tre tipi di connessione:

- Emettitore comune
- Base comune
- Emettitore comune

Nel prossimo numero esamineremo il transistor con un segnale sinusoidale all'ingresso e progetteremo un amplificatore per segnali analogici.

DIRETTORE RESPONSABILE
Antonio Cirella

DIRETTORE TECNICO
Giovanni Di Maria

Hanno collaborato in questo numero:
Angelo Brustia, Daniele Cappa, Giovanni Di Maria
Girolamo D'Orio, Vincenzo Sorce

Direzione Redazione
INWARE srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Tel. 02.66504794 -Fax 02.42101817
info@inwaredizioni.it - www.inwaredizioni.it

Redazione:
fe@inwaredizioni.it

Pubblicitá per l'Italia
Agostino Simone
Tel. 347 2230684
media@inwaredizioni.it

Europe and Americas
Elisabetta Rossi
Tel. +39 328 3245956
international@inwaredizioni.it

Asia
Cybermedia Communications Inc.
asia@inwaredizioni.it

Rest of the world
Inware Edizioni srl
Tel. +39 02 66504794
info@inwaredizioni.it

Ufficio Abbonamenti
INWARE srl
Via Giotto, 7 - 20032 Cormano (MI)
Per informazioni, sottoscrizione
o rinnovo dell'abbonamento:
abbonamenti@inwaredizioni.it
Tel. 02.66504794 - Fax 02. 42101817
L'ufficio abbonamenti è disponibile
telefonicamente dal lunedì al venerdì
dalle 14,30 alle 17,30.

Autorizzazione alla pubblicazione
Tribunale di Milano n. 647 del 17/11/2003